

**WERTIGKEIT DER RÖNTGENDIAGNOSTIK
BEI FIBULAREN KAPSELBANDLÄSIONEN
DES OBEREN SPRUNGGELENKS**

**Peter Peschke
München 1986**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547927_0042

Aus der Radiologischen Klinik der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. J. Lissner

WERTIGKEIT DER RÖNTGENDIAGNOSTIK BEI FIBULAREN
KAPSELBANDLÄSIONEN DES OBEREN SPRUNGGELENKS

Auswertung von 110 operativ gesicherten Fällen

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Peter Peschke

aus

Gröbenzell

Jahr

1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. A. Gebauer
Mitberichterstatter:	Priv.-Doz. Dr. D. Hahn
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. S. Heywang
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	2.10.1986



drucken + binden
gmbh
Schellingstraße 23
8000 München 40

Tel. 0 89 / 28 44 45

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. A. Gebauer, für die Vergabe des interessanten Themas, für das Ermöglichen einer weitgehend selbstständigen Arbeitsweise und für klärende Worte in diagnostischen Zweifelsfällen, sowie Frau Dr. S. Heywang, die von der Planungsphase bis zur Auswertung der Daten eine stets hilfsbereite Ansprechpartnerin gewesen ist und die viel Mühe in das Korrekturlesen des Manuskripts investiert hat. Weiterhin bin ich Herrn Dipl.-Inf. C. Thieme aus dem Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Statistik und Biomathematik der Universität München (Vorstand: Prof. Dr. K. Überla) zu Dank verpflichtet, der mich in Fragen der Statistik und der elektronischen Datenverarbeitung geduldig beraten hat. Schließlich möchte ich mich noch bei meinem Freund Reiner Ungnad dafür bedanken, daß er mir sein Textverarbeitungssystem zur Verfügung gestellt hat.

Für Sieglinde (sine qua non ...)

Inhalt

1 PROBLEMSTELLUNG	1
2 ANATOMIE, PHYSIOLOGIE UND PATHOPHYSIOLOGIE DES SPRUNGGELENKS	4
2.1 Anatomie	4
2.2 Physiologie und Pathophysiologie	7
3 MATERIAL UND METHODEN	12
3.1 Zusammensetzung der untersuchten Patientengruppe ...	12
3.2 Technische Voraussetzungen	14
3.3 Untersuchungsmethoden	15
4 ERGEBNISSE	19
4.1 Klinische Angaben	19
4.1.1 Anamnese	19
4.1.2 Klinischer Untersuchungsbefund	22
4.2 Operationsbefunde	23
4.3 Röntgendiagnostik	26
4.3.1 Standardaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen	26
4.3.2 Gehaltene Röntgenaufnahmen	32
4.3.2.1 Meßwerte des Gesamtkollektivs	32
4.3.2.2 Intervall zwischen Trauma und Anfertigung der gehaltenen Röntgenaufnahmen	42
4.3.2.3 Meßwerte bei den einzelnen Rupturformen	44
4.3.2.4 Röntgenologische Diagnose des Schweregrades der Verletzung	48
4.3.2.5 Bewertung der Projektion	51
4.3.2.6 Belastung der Sprunggelenke für die Röntgen- untersuchung	56
4.3.2.7 Höhe des Supports	60
4.3.2.8 Fälle mit Zweituntersuchung	65
4.3.2.9 Fälle ohne Bandruptur	67
4.3.2.10 Normalkollektive	69
4.3.2.11 Ergebnisse der einzelnen Meßmethoden, der Größe nach zusammengefaßt	73

4.3.2.12 Gegenüberstellung einzelner Meßverfahren	78
4.3.3 Prüfung der Objektivität	81
4.3.3.1 Röntgendiagnosen über die Anzahl der gerissenen Bänder	81
4.3.3.2 Meßwerte	82
4.3.4 Prüfung der Reliabilität	87
4.3.4.1 Bewertung der Projektion	88
4.3.4.2 Meßwerte	90
 5 DISKUSSION DER ERGEBNISSE	 96
5.1 Klinische Angaben	96
5.2 Operationsbefunde	99
5.3 Röntgendiagnostik	102
5.3.1 Standardaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen	102
5.3.1.1 Frische knöcherne und knorpelige Bandausrisse sowie sonstige frische Begleitverletzungen	102
5.3.1.2 Hinweise auf frühere Sprunggelenkstraumen	107
5.3.2 Gehaltene Röntgenaufnahmen	111
5.3.2.1 Unterschiedliche Untersuchungsansätze - Literaturübersicht	111
5.3.2.1.1 Handgehaltene und apparativ gehaltene Auf- nahmen	111
5.3.2.1.2 Klinische und experimentelle Studien	112
5.3.2.1.3 Lagerung des Beines für die Untersuchung.....	114
5.3.2.1.4 Anästhesie	116
5.3.2.1.5 Unterschiedliche Belastungskräfte	117
5.3.2.2 Untersuchungstechnik	118
5.3.2.2.1 Höhe des Supports	118
5.3.2.2.2 Belastung	119
5.3.2.2.3 Intervall zwischen Trauma und Anfertigung der gehaltenen Röntgenaufnahmen	122
5.3.2.2.4 Projektion	124
5.3.2.3 Meßwerte des Gesamtkollektivs	128
5.3.2.3.1 Taluskippwinkel	128
5.3.2.3.2 Fibulotalare Distanz	129
5.3.2.3.3 Talusvorschub	130
5.3.2.3.4 Schubladenindex	133

5.3.2.4	Meßwerte bei den einzelnen Rupturformen und Röntgendiagnose des Schweregrads der Verletzung	134
5.3.2.5	Fälle ohne Bandruptur	138
5.3.2.6	Normalkollektive und Meßwerte der unverletzten Seite	140
5.3.2.6.1	Taluskippwinkel	141
5.3.2.6.2	Fibulotalare Distanz	142
5.3.2.6.3	Talusvorschub	143
5.3.2.6.4	Schubladenindex	144
5.3.2.7	Grenzwerte des Pathologischen	145
5.3.2.7.1	Taluskippwinkel	146
5.3.2.7.2	Fibulotalare Distanz	147
5.3.2.7.3	Talusvorschub	148
5.3.2.7.4	Schubladenindex	150
5.3.2.8	Zweituntersuchungen	152
5.3.2.9	Objektivität und Reliabilität	154
5.3.2.10	Wertigkeit der einzelnen Meßtechniken	159
5.3.2.10.1	Meßgrößen der a.p.-Aufnahme	159
5.3.2.10.2	Meßgrößen der seitlichen Aufnahme	160
5.3.2.10.3	Vergleich der Meßgrößen von a.p.- und seitlicher Aufnahme	161
5.3.2.10.4	Aufnahmen der Gegenseite - Seitendifferenzen	166
5.3.2.11	Grenzen der Methode	170
5.3.2.12	Vorschlag zur Stufendiagnostik	175
6	ZUSAMMENFASSUNG	189
7	LITERATURVERZEICHNIS	193
	ANHANG: Abbildungen 1 bis 11	205
	Lebenslauf	219

1 PROBLEMSTELLUNG

Kapselbandläsionen des oberen Sprunggelenks, die im allgemeinen als Folge des typischen "Umknickens" den Außenbandapparat betreffen, zählen zu den häufigsten Verletzungen des Menschen. Die große praktische Bedeutung dieses Verletzungstyps wird durch Zahlenmaterial von SOBOROFF et al. 1984 verdeutlicht: So suchen in den USA jedes Jahr etwa 4 Millionen Menschen wegen Kapselbandläsionen des Sprunggelenks einen Arzt auf, für deren Diagnostik und Therapie jährlich Kosten in Höhe von 2 Milliarden Dollar anfallen, ein Kostenaufwand, der ungefähr demjenigen für die koronare Bypass-Chirurgie entspricht.

Bei unzureichender Diagnostik und Behandlung besteht die Gefahr, daß die Verletzung des fibularen Kapselbandapparates nicht vollständig ausgeheilt wird und zu einer chronischen Instabilität des Sprunggelenks führt. Da das Sprunggelenk zu den stark belasteten Gelenken des menschlichen Körpers gehört, weist es nur eine geringe Toleranz gegenüber Fehlbelastungen auf, sodaß es rasch zur Ausbildung einer Arthrose kommen kann (20, 50, 53, 94, 96). Daher herrscht in der einschlägigen Literatur Einigkeit darüber, daß nach einem Trauma die Stabilität des Sprunggelenks wiederhergestellt werden muß, aber es werden unterschiedliche Vorgehensweisen empfohlen, um dieses Ziel zu erreichen: Zahlreiche Autoren haben sehr gute Erfahrungen mit der operativen Versorgung gerissener Bänder am Sprunggelenk gemacht und stellen deshalb die Indikation zur Operation sehr weit, insbesondere bei jungen, sportlich aktiven Patienten, die die überwiegende Mehrzahl der Verletzten bilden (5, 7, 12, 14, 20, 41, 45, 46, 51, 54, 65 - 69, 74, 78 - 80, 82, 88, 89, 92 - 94, 100, 103, 104, 110). Andere Autoren wiederum halten eine Bandnaht nur bei einer Ruptur von mindestens zwei der drei fibularen Sprunggelenksbänder (3, 55, 56, 75, 97, 102) oder überhaupt nur in bestimmten Einzelfällen (11, 17) für angezeigt. Dagegen wird in anderen Veröffentlichungen darüber berichtet, daß eine konservative Therapie grundsätzlich (1, 16, 18, 25, 28, 32,

95) oder zumindest bei isolierter Ruptur des Lig. talofibulare anterius (3, 8, 56, 97) bessere oder gleich gute Ergebnisse liefert im Vergleich zur operativen Therapie.

Diese Uneinigkeit über das erfolgversprechenste therapeutische Konzept spiegelt in gewisser Hinsicht auch die Problematik der Diagnostik wider. Eine korrekte Diagnosestellung, also die Einteilung in Bänderzerrung, Bänderdehnung und Bänderriß (7, 14, 16, 26, 69, 78, 88, 99, 110), ist nicht selten problematisch, weil eine klinische Beurteilung verletzter Sprunggelenke oft schwierig ist (4, 10, 12, 39, 47, 50, 53, 57, 68, 75, 90, 94, 106, 108) und der Schweregrad einer fibularen Kapselbandläsion röntgenologisch nicht direkt, sondern nur indirekt überprüft werden kann. Nach Ausschluß einer Sprunggelenksfraktur kann eine Verletzung des Kapselbandapparates radiologisch durch eine Arthrographie dargestellt werden (2, 9, 11, 29, 44, 56, 70, 73, 75, 85, 97, 102), meistens geschieht dies jedoch mittels sogenannter gehaltener Aufnahmen. Dabei handelt es sich um eine Funktionsprüfung des Kapselbandapparates durch Belastung der Bänder in Zugrichtung, wodurch versucht wird, eine Subluxation zu provozieren (21, 63, 94). Gelingt der Nachweis einer solchen Inkongruenz der Gelenkstellung, so wird aus dieser Instabilität auf das Vorliegen einer Bandruptur geschlossen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Wertigkeit dieser weit verbreiteten und praktisch wichtigen Untersuchungsmethode anhand der Auswertung von 110 operativ behandelten, nicht selektierten Fällen zu überprüfen, bei denen gehaltene Röntgenaufnahmen wesentlich zur Diagnosestellung beigetragen haben. Dabei sollten hauptsächlich folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche weiteren Informationen können aus den Standardaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen neben dem Ausschluß einer Fraktur noch gewonnen werden ?

- Welche Wertigkeit haben die beiden üblichen Meßverfahren: Taluskippwinkel für die gehaltene Aufnahme in a.p.-Projektion und Talusvorschub für die gehaltene Aufnahme in

seitlicher Projektion ? Welche Unterschiede bestehen zwischen den beiden gebräuchlichen Meßmethoden für den Talusvorschub ?

- Liefern zwei bisher weniger erprobte Meßmethoden, die fibulotalare Distanz für die a.p.-Aufnahme und der Schubladenindex für die seitliche Aufnahme, bessere Informationen über den Zustand des fibularen Kapselbandapparates im Vergleich zu den beiden gängigen Meßmethoden ?

- Welche Bedeutung kommt den Vergleichsaufnahmen der unverletzten Gegenseite zu ?

- Ist durch gehaltene Aufnahmen eine Differenzierung der einzelnen Komponenten des fibularen Bandsystems möglich, also eine Unterscheidung zwischen isolierten, kombinierten und totalen Außenbandrupturen ?

- Welchen Einfluß hat die Untersuchungstechnik (Abstand der Untersuchung zum Trauma; Höhe der Belastung; Projektion in den Röntgenaufnahmen) ?

- Wie groß ist die Meßgenauigkeit ?

- Welche Einschränkungen der Untersuchungsmethode gilt es zu beachten ?

- Welche Verbesserungsmöglichkeiten bieten sich an ?

2 ANATOMIE, PHYSIOLOGIE UND PATHOPHYSIOLOGIE DES SPRUNGGELENKS

2.1 Anatomie

Obwohl das Sprunggelenk funktionell eine Einheit bildet, ist die anatomische Unterscheidung in ein oberes und in ein unteres Sprunggelenk sinnvoll. Das obere Sprunggelenk (*Articulatio talocruralis*) ist die Verbindung zwischen den distalen Enden von Tibia und Fibula mit der Trochlea des Talus. Das untere Sprunggelenk gliedert sich in einen anterioren Teil, die Verbindung von Talus bzw. Kalkaneus mit dem Navikulare (*Articulatio talocalcaneonavicularis*), und einen posterioren Teil, die Verbindung zwischen Talus und Kalkaneus (*Articulatio subtalaris*).

Die Gelenkkapsel des oberen Sprunggelenks setzt an den Rändern der überknorpelten Gelenkflächen von Tibia, Fibula und Talus an. Sie ist anterior und posterior weit, mit mehreren geräumigen Recessus, um die hauptsächlichsten Bewegungen, nämlich Heben und Senken des Fußes, zu ermöglichen, tibialseitig und fibular jedoch straff und durch Bandzüge verstärkt (9, 44, 73, 75). Vom Innenknöchel strahlt das Lig. deltoideum fächerförmig zum Talus (*Pars tibiotalaris anterior* und *posterior*), zum Kalkaneus (*Pars tibiocalcanearis*) und zum Navikulare (*Pars tibionavicularis*) aus. Am Außenknöchel lassen sich drei Bandstrukturen unterscheiden: Das Lig. talofibulare anterius, das Lig. calcaneofibulare und das Lig. talofibulare posterius. Darüber hinaus wird die Malleolengabel durch die beiden von der distalen Tibia zur distalen Fibula verlaufenden Syndesmosenbänder, die Ligg. tibiofibulare anterius und posterius, stabilisiert. Da Bandläsionen am Sprunggelenk in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die fibularen Bänder betreffen und deren Verletzungen auch der Hauptgegenstand der vorliegenden Arbeit sind, sollen Verlauf und Besonderheiten dieser drei Bänder ausführlicher dargestellt werden (siehe auch Abbildung 1, Anhang).

Das schwächste der drei Bänder, das Lig. talofibulare anterius, ist ein Bestandteil der Gelenkkapsel und zieht vom

Vorderrand der distalen Fibula zum Talushals. Es verläuft nach SCHMIDT et al. 1984 durchschnittlich in einem Winkel von 10° zur Plantarebene und somit in Neutral-Null-Stellung ungefähr parallel zur Längsachse des Talus (22). Das stärkere Lig. calcaneofibulare liegt extrakapsulär, überbrückt das obere und das hintere untere Sprunggelenk und zieht von der Spitze des Innenknöchels oder unmittelbar vor ihr schräg nach hinten zur fibularen Fläche des Kalkaneus. Es beschreibt nach SCHMIDT et al. 1984 einen Winkel zur Plantarebene, der im Durchschnitt 60° beträgt, sodaß es in Neutral-Null-Stellung nahezu senkrecht zur Längsachse des Talus verläuft (22). Aufgrund dieser Verlaufsrichtung besteht anatomisch eine enge Nachbarschaft zwischen dem Lig. calcaneofibulare und der gemeinsamen Sehnenscheide der Mm. peroneus longus und brevis (9, 21, 27, 44, 70, 73, 75). Das sehr kräftige, ebenfalls intrakapsulär gelegene Lig. talofibulare posterius schließlich zieht von der Hinterkante des Außenknöchels (von der Fossa malleoli lateralis) mit seinen kurzen Faserzügen zur Hinterkante des Talus und mit seinen langen Faserzügen zum Tuberculum laterale des Processus posterior tali (4, 75, 77). Nach SCHMIDT et al. 1984 verläuft es durchschnittlich in einem Winkel von 10° zur Plantarebene.

Diese auch in Abbildung 1 skizzierten Bandverläufe stellen insofern eine Vereinfachung dar, als es sowohl hinsichtlich der einzelnen Bandstrukturen als auch hinsichtlich ihrer Verlaufsrichtungen zahlreiche Variationen gibt. So beschreiben bereits ANDERSON et al. 1952 eine zwischen Lig. talofibulare anterius und Lig. calcaneofibulare gelegene, selbstständige Bandstruktur, deren Faserzüge sich mit diesen beiden Bändern vermengen: Das Lig. talocalcaneare laterale. Diese Beobachtung wird von anderen Autoren bestätigt (65, 75, 81, 82, 100). So fanden LUDOLPH et al. 1984 in ihrer Untersuchung an 20 Leichenpräparaten und 106 Operationspräparaten insgesamt in 41,3 % ein selbstständiges Lig. talocalcaneare laterale sowie zusätzlich in 9,5 % ein nicht von der distalen Fibula, sondern vom Lig. talofibulare anterius entspringendes Lig. calcaneofibulare. ZWIPP et al. 1983 beobachteten an 36 Präparaten 6mal (16,7 %) ein deutlich ausgeprägtes Lig. talocal-

canearae laterale.

Das Lig. talofibulare anterius ist in der Mehrzahl der Fälle zweigeteilt (65, 75, 87, 110). LUDOLPH et al. 1984 fanden in 41,3 % ihrer Fälle zwei völlig separate Faserzüge dieses Bandes, während SCHMIDT et al. 1984 an insgesamt 400 Leichensprunggelenken in 96,5 % eine Zweiteilung des Lig. talofibulare anterius beobachten konnten.

Die größte Variabilität in seiner Verlaufsrichtung weist das Lig. calcaneofibulare auf. So beobachtete RUTH 1961 an 45 Operationspräparaten und 30 Leichenpräparaten in 74,7 % einen Winkel von 10° bis 45° zwischen dem Lig. calcaneofibulare und der Fibulalängsachse, in 18,7 % einen Winkel von 0° und in 4,0 % einen Winkel von 80° bis 90° . Dies stimmt gut mit den Ergebnissen von SCHMIDT et al. 1984 überein, die für den Winkel zwischen dem Lig. calcaneofibulare und der Plantarebene eine Variationsbreite zwischen 50° und 80° beschreiben, was etwa 10° bis 40° nach der Meßmethode von RUTH entspricht. COX und HEWES 1979 zitieren eine Untersuchung von INMAN, der an 50 Leichensprunggelenken den Winkel zwischen den Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare bestimmt und dabei Werte zwischen 70° und 140° gefunden hat.

In der einschlägigen Literatur sind nur wenige Varianten des Lig. talofibulare posterius beschrieben, was damit zusammenhängen mag, daß dieses Band in seiner Gesamtheit intraoperativ nur schwer einsehbar ist. Laut SCHMIDT et al. 1984 kann es jedoch bis zu 6 Bandzüge aufweisen. LUDOLPH et al. 1984 beobachteten an 20 Leichenpräparaten 9mal (45 %), daß kräftige Faserzüge des Lig. talofibulare posterius zur distalen Tibiahinterkante zogen.

Die Bedeutung dieser Variationen in Struktur und Verlaufsrichtung des fibularen Bandapparates wird im Abschnitt 5.3.2.4 diskutiert.

2.2 Physiologie und Pathophysiologie

Zur Begriffsklärung sollen zunächst, basierend auf den Definitionen von BROSTRÖM 1965, die im Sprunggelenk möglichen Bewegungsrichtungen beschrieben werden. Plantarflexion und Dorsalflexion (mitunter auch als Dorsalextension bezeichnet) erfolgen um eine Achse, die durch die beiden Malleolen verläuft und stellen die normalen, physiologischen Bewegungen im oberen Sprunggelenk dar. Plantarflexion bezeichnet dabei das Senken, Dorsalflexion das Heben des Fußes. Unter Innenrotation und Außenrotation versteht man eine Drehung des Fußes um eine Achse, die in Längsrichtung der unteren Extremität verläuft. Adduktion und Abduktion (im englischsprachigen Schrifttum auch als "inversion" bzw. "eversion" bezeichnet) erfolgen um eine sagittale Bewegungsachse. Bei der Adduktion wird der fibuläre Fußrand gesenkt (Varus-Stellung), bei der Abduktion wird er gehoben (Valgus-Stellung). Unter Supination und Pronation schließlich versteht man die normalen, physiologischen Bewegungen im unteren Sprunggelenk. Die Supination stellt eine Kombinationsbewegung aus Plantarflexion, Innenrotation und Adduktion dar, die Pronation eine Kombinationsbewegung aus Dorsalflexion, Außenrotation und Abduktion. Reine Außenrotations- oder Innenrotationsbewegungen und reine Abduktions- oder Adduktionsbewegungen sind sowohl im oberen als auch im unteren Sprunggelenk pathologische Bewegungsmuster.

Über den genauen Verlauf der jeweiligen Bewegungsachsen herrscht Uneinigkeit in der einschlägigen Literatur. Daher wurde auf ihre nähere Beschreibung verzichtet. Wichtig für das Verständnis der Physiologie und Pathophysiologie des Sprunggelenks erscheint allerdings die Feststellung, daß es sich beim oberen Sprunggelenk nicht, wie vereinzelt behauptet (7), um ein reines Scharniergelenk handelt, sondern um ein komplexes Scharniergelenk, das stark durch die Bewegungen im unteren Sprunggelenk beeinflusst wird (14, 17, 94, 96). In Neutral-Null-Stellung und in Dorsalflexion wird das obere Sprunggelenk durch die Kongruenz des Malleolengabelschlusses knöchern und durch Teile des fibularen und tibialen Bandappa-

rates ligamentär stabilisiert. Da der Talus posterior schmaler ist als anterior, ist in Plantarflexion eine knöcherne Stabilisierung nicht mehr gewährleistet, die Stabilisierung wird daher bei zunehmender Plantarflexion von Muskeln und Bändern übernommen (7, 13, 14, 23, 68, 79, 81, 96, 110). Nachdem am Talus selbst kein Muskel ansetzt (7, 110), sichern bei einer Belastung in Supinationsrichtung vor allem die Mm. peroneus longus und brevis mittels Zuggurtung und der fibuläre Bandapparat das Sprunggelenk (7).

Mit der Fußstellung ändert sich auch das Spannungsverhalten der einzelnen Komponenten des fibularen Bandsystems. Das Lig. talofibulare anterius ist in Dorsalflexion entspannt und in Plantarflexion angespannt (9, 22, 54, 57, 68, 92). Kommt zur reinen Plantarflexion noch eine zusätzliche Supinationsbewegung, nimmt die Spannung des Lig. talofibulare anterius noch zu (71, 81, 110). Bei plantarflektiertem Fuß hemmt das Lig. talofibulare anterius die weitere Plantarflexion, die Adduktion und die Innenrotation (16, 76, 92).

Über das Spannungsverhalten des Lig. calcaneofibulare finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. Während einige Autoren die Ansicht vertreten, daß dieses Band in Neutral-Null-Stellung gespannt ist (54, 92) oder dann zumindest seine anterioren Faserzüge unter Spannung stehen (22), ist die Mehrzahl der Autoren der Meinung, daß das Lig. calcaneofibulare in Rechtwinkelstellung des Sprunggelenks weitgehend entspannt ist und in dieser Gelenkposition erst bei starker Adduktion oder Supination unter Spannung gerät (9, 68, 71, 79, 81, 110). In Plantarflexion entspannt sich das Lig. calcaneofibulare noch mehr (22, 57, 68). Dieses Band hemmt somit eine Adduktionsbewegung in Neutral-Null-Stellung (16, 76).

Am wenigsten Klarheit herrscht offensichtlich über die Funktion des Lig. talofibulare posterius. BROSTRÖM 1964 ist der Meinung, dieses Band sei in Neutral-Null-Stellung entspannt und in Dorsalflexion sowie in Supination angespannt. NOESBERGER 1976 und ROCKENSTEIN 1978 sehen es durch Adduktion des Rückfußes in starker Spitzfußstellung belastet. Laut RASMUSSEN et al. 1983, die sich in einer aufwendigen Studie an

30 Leichenbeinen speziell mit der Funktion des Lig. talofibulare posterius beschäftigt haben, sind die kurzen Fasern dieses Bandes unabhängig von der Fußstellung immer gespannt und die langen Fasern nur in Dorsalflexion gespannt, aber insgesamt hat das Lig. talofibulare posterius keine eigene stabilisierende Funktion. Erst nach einer Ruptur der Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare hemmen die kurzen Faserzüge eine weitere Adduktion, Innenrotation, Außenrotation und Dorsalflexion und die posterioren, langen Faserzüge eine weitere Adduktion, Außenrotation und Dorsalflexion. Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Ligg. talofibulare anterius, calcaneofibulare und talofibulare posterius einander ergänzen und eine funktionelle Einheit bilden (77).

Der typische Unfallmechanismus, der zu Verletzungen am Sprunggelenk führt, das sogenannte "Umknicken", ist eine Zwangsbewegung aus Plantarflexion, Adduktion und Supination (68, 79, 90). Das dann auf dem äußeren Fußrand lastende Körpergewicht wird vor allem durch die Peronäusmuskeln aufgefangen, in Extremstellungen unterstützt durch den fibularen Bandapparat. Wenn durch die rasch zunehmende Supinationsbewegung des bereits supinierten und plantarflektierten Fußes die Belastungsgrenze überschritten wird, kommt es zu unterschiedlich schweren Verletzungen im Bereich des Außenknöchels (13, 22, 39, 40, 46, 48, 57, 61): Abhängig von der Stärke und der Geschwindigkeit der einwirkenden Kräfte und von den individuellen Gegebenheiten (Alter, Trainingszustand der Peronäusmuskeln, Vorschädigungen, anatomische Besonderheiten) können sich diese als Bänderzerrungen, Bänderdehnungen, Bandrupturen, knöcherne oder knorpelige Bandausrisse oder als Außenknöchelfrakturen manifestieren. Zusätzlich können durch den gleichen Verletzungsmechanismus Innenknöchelfrakturen, Verletzungen des Talus oder anderer Fußwurzelknochen und des Mittelfußes auftreten. (Die Problematik dieser Begleitverletzungen wird im Abschnitt 5.3.1.1 ausführlich erörtert.)

Wenn es zu einer Bandruptur und/oder zu einem Bandausriß kommt, ist im Normalfall als erstes das Lig. talofibulare anterius betroffen. Bei anhaltender Krafteinwirkung setzt sich der Verletzungsmechanismus dann in anterior-posteriorer

Richtung fort (22, 23, 27, 39, 40, 42, 46, 54, 57, 60, 61, 68, 75, 76, 79, 81, 92 - 94, 105, 106, 108). Denn durch die Supination, Adduktion und Plantarflexion beim gewöhnlichen Umknicktrauma gerät, wie oben bei der Darstellung der Physiologie der Bänder beschrieben, zuerst das Lig. talofibulare anterius unter Spannung. Erst nachdem es rupturiert ist, wird in dieser Fußstellung das Lig. calcaneofibulare bis zur Belastungsgrenze angespannt und kann gegebenenfalls auch reißen. Nach einem Riß dieser beiden Bänder kann ein weiteres Fortschreiten des Traumas durch Supination und Innenrotation des nun instabilen Sprunggelenks zunächst zu einer Ruptur der kurzen Fasern des Lig. talofibulare posterius führen und schließlich durch weitere Adduktion zur Ruptur der langen Fasern dieses Bandes (75, 77). Eine isolierte Ruptur des Lig. talofibulare posterius ist äußerst unwahrscheinlich (77).

Allerdings weisen zahlreiche Autoren, teils aufgrund experimenteller Untersuchungen an Leichensprunggelenken (22, 39, 71, 76), teils aufgrund klinischer Beobachtungen und Überlegungen (12, 23, 31, 46, 54, 68), darauf hin, daß es durch eine Adduktionsbewegung des Fußes in Neutral-Null-Stellung zu einer isolierten Ruptur des Lig. calcaneofibulare kommen kann, da dieses Band bei einem derartigen, ungewöhnlichen Unfallmechanismus entsprechend seinem physiologischen Spannungsverhalten als primärer ligamentärer Stabilisator des Sprunggelenks angesehen werden muß. Diese Beobachtungen unterstreichen die Bedeutung des Unfallhergangs für das resultierende Verletzungsmuster.

Obwohl die drei fibularen Sprunggelenksbänder in ihrer Funktion nicht isoliert gesehen werden dürfen und sie, wie bereits betont, im Zusammenspiel mit den Mm. peroneus longus und brevis eine funktionelle Einheit bilden, sind dennoch einige Informationen über die Reißfestigkeit der einzelnen Komponenten des Bandapparates sinnvoll. SAUER et al. 1978 stellen klar, daß die Dehnungsgeschwindigkeit von großem Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit der Bänder gegen Zugbelastung ist, was sicher auch klinische Bedeutung für den Schweregrad der Verletzung und für die Untersuchungstechnik bei gehaltenen Röntgenaufnahmen hat. Bei konstanter Dehnungsge-

schwindigkeit fanden diese Autoren in ihren Untersuchungen zur Reißfestigkeit des Bandapparates an 16 Leichenpräparaten eine große interindividuelle Variationsbreite, aber auch starke intraindividuelle Schwankungen in der Stärke der einzelnen Bänder.

Das Lig. talofibulare anterius ist das schwächste der drei fibularen Bänder und hatte bereits bei einer Belastung von 14 Kilopond bis 20 Kilopond (entspricht etwa 137 Newton bis 196 Newton) seine Belastungsgrenze erreicht. Das erklärt die hohe Anfälligkeit dieses Bandes, das beim normalen Unfallmechanismus eines Umknicktraumas eine so wichtige Rolle als primärer ligamentärer Stabilisator spielt. Das Lig. calcaneo-fibulare wies eine Zerreißfestigkeit von 15 kp bis 34 kp (etwa 147 N bis 333 N) auf, das Lig. talofibulare posterius als kräftigstes der drei Bänder von 22 kp bis 37 kp (etwa 216 N bis 363 N). ST. PIERRE et al. 1983 ermittelten für das Lig. talofibulare anterius eine noch breitere Streuung: Bei ihnen traten Rupturen dieses Bandes bei Belastungswerten von 58 N bis 556 N auf (Mittelwert: 206 N).

SAUER et al. 1978 konnten bei ihren Experimenten zur Dehnbarkeit und Reißfestigkeit einen konstanten Ablauf beobachten: Nach einer ersten, kurzen Phase der Ausrichtung und Vorspannung der Bandfasern folgte eine zweite Phase, in der die Dehnung direkt proportional mit der Belastung zunahm. Als dritte Phase trat ein Funktionszustand ein, in dem die Elastizitätsgrenze erreicht war und es zu einer auch nach Entlastung irreversiblen Bandverlängerung kam. Hierauf folgte ein Bereich plastischer Verformung, in dem sich das Reißen des Bandes durch das Zerreißen einzelner Faserbündel und -gruppen andeutete. Die erste und zweite Phase dürften sowohl dem physiologischen Funktionszustand als auch der klinischen Diagnose "Bänderzerrung" entsprechen, während die dritte und vierte Phase als Korrelat der klinischen Diagnose "Bänderdehnung" zu sehen sind. Als fünfte und letzte Stufe kam es schließlich zur vollständigen Bandruptur oder zum Bandausriß.

3 MATERIAL UND METHODEN

3.1 Zusammensetzung der untersuchten Patientengruppe

Im Zeitraum zwischen dem 1. 1. 1982 und dem 31. 3. 1984 wurden in der Chirurgischen Klinik im Klinikum Großhadern insgesamt 145 Patienten unter der Diagnose einer fibularen Kapselbandruptur des oberen Sprunggelenks operiert (ohne Patienten mit zusätzlicher Innenknöchelfraktur). Die Identifikation dieser Fälle erfolgte durch Auswertung der gesammelten Operationsprotokolle sowie - zur Kontrolle - der Aufnahmebücher auf den Stationen.

Bei 21 dieser Patienten war die Instabilität im Außenknöchelbereich auf mitgebrachten, auswärtig angefertigten Röntgenbildern dokumentiert worden, sodaß die Indikation zur Operation gestellt werden konnte, ohne die gehaltenen Aufnahmen zu wiederholen. In weiteren 6 Fällen war das Ausmaß der Läsion im Operationsbericht nicht spezifiziert worden, d. h. es lagen keine Angaben über die Anzahl der rupturierten Bänder vor. Von 4 Patienten waren die gehaltenen Röntgenaufnahmen nicht mehr auffindbar und bei 4 weiteren Patienten war auf eine Anfertigung gehaltener Aufnahmen verzichtet worden: 2mal ließ sich der Verdacht auf einen fibularen Bänderriß während der Operation einer anderen Verletzung durch intraoperative Durchleuchtung bestätigen, 1mal lag bereits auf den Standard-Röntgenaufnahmen des Sprunggelenks eine persistierende Subluxationsstellung des Talus vor und 1mal verzichtete man auf eine weitere Röntgendiagnostik, nachdem in den Nativaufnahmen ein frischer knöcherner Bandausriß am Außenknöchel zu erkennen gewesen war.

Nach Ausschluß dieser 35 Fälle blieben 110 Fälle, bei denen die gehaltenen Aufnahmen - mindestens in einer Ebene - in der Radiologischen Klinik im Klinikum Großhadern angefertigt worden sind und zugleich das Ausmaß der Läsion bei der Operation genau dokumentiert worden ist. Diese Gruppe von 110 Patienten wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht.

Sie setzt sich aus 41 weiblichen und 69 männlichen Patienten zusammen. In 60 Fällen war das rechte und in 50 Fällen

das linke Sprunggelenk betroffen. Die Altersverteilung innerhalb des Gesamtkollektivs kann der Tabelle 1 entnommen werden.

ALTER (in Jahren)	ANZAHL DER PATIENTEN
unter 20	35 (31,8%)
20 - 30	47 (42,7%)
30 - 40	9 (8,2%)
40 - 50	11 (10,0%)
50 - 60	7 (6,4%)
über 60	1 (0,9%)
Jüngster Patient	13 Jahre
Ältester Patient	64 Jahre
Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	27,0 Jahre (22,5 Jahre)

Tab. 1: Altersverteilung der untersuchten Patientengruppe;
N = 110

3.2 Technische Voraussetzungen

In der Radiologischen Klinik im Klinikum Großhadern werden sowohl die Standard-Röntgenaufnahmen des Sprunggelenks als auch die gehaltenen Aufnahmen im Format 18 cm x 24 cm auf einem feinzeichnenden Film (Cronex 4, Fa. Du Pont) mit Verstärkungsfolie (Fast Detail, Fa. Du Pont) bei 100 cm Film-Fokus-Abstand, 52 kV - 55 kV Röhrenspannung und 80 ms Belichtungszeit angefertigt. Für die gehaltenen Aufnahmen wird das Haltegerät nach Prof. SCHEUBA (Fa. Telos) verwendet. Im folgenden soll dieser Halteapparat kurz beschrieben werden. (Die sehr ausführliche Erstbeschreibung findet sich bei FORSTER et al. 1978).

Das Haltegerät besteht im wesentlichen aus einer flachen Führungsschiene mit drei vollständig verschiebbaren Auslegern. Die beiden äußeren dienen zur Befestigung des Fußhalteteils und des Gegenlagers. Im Fußhalteteil kann der Fuß während des Untersuchungsgangs an der Ferse ruhiggestellt sowie mittels einer Fußplatte die Fußstellung reproduzierbar variiert werden. In das bogenförmige Gegenlager wird der Unterschenkel kurz unterhalb des Knies ohne Fixierung gelagert. Ein dritter Ausleger, der sog. Support, befindet sich auf der Führungsschiene zwischen den beiden ersteren und dient zur direkten Kraftausübung mit Hilfe einer Druckplatte, die mittels einer Gewindespindel vor- und zurückbewegt werden kann. Die ausgeübte Kraft läßt sich kontinuierlich steigern und ist auf einer digitalen Anzeige direkt ablesbar. Alle Geräteteile, die unmittelbar mit dem Bein in Berührung kommen, sind mit Schaumgummi gepolstert.

Zur Anfertigung der gehaltenen Aufnahmen im anterior-posterioren Strahlengang wird der Patient auf dem Rücken gelagert, sein Bein befindet sich in 20° Innenrotation und sein Fuß ist etwa 20° nach plantar flektiert. Die Druckplatte liegt dem Unterschenkel tibialseitig ca. 2 cm oberhalb des Innenknöchels an. Für die gehaltenen Aufnahmen im seitlichen Strahlengang liegt der Patient auf der zu untersuchenden Seite, Bein und Fuß befinden sich in der gleichen Stellung wie oben. Über den Support, dessen Druckplatte wiederum etwa 2 cm

oberhalb des Innenknöchels angelegt sein soll, wird von vorne Druck auf die distale Tibia ausgeübt. In beiden Untersuchungsebenen wird durch allmähliche Steigerung der Belastung eine Kraft von 200 Newton angestrebt, im allgemeinen ohne Anästhesie.

Die gehaltenen Röntgenaufnahmen werden routinemäßig in zwei Ebenen angefertigt, auch für die unverletzte Seite, um einen Seitenvergleich zu ermöglichen. Zusammen mit den Standardaufnahmen des Sprunggelenks sind somit für jeden Patienten im Normalfall 6 Röntgenaufnahmen notwendig.

3.3 Untersuchungsmethoden

Die Angaben zur Anamnese und zur Klinik wurden retrospektiv den Krankenakten entnommen, ebenso die Ergebnisse der Operationsprotokolle. Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte selbstständig bei Kontrolle der Ergebnisse durch eine erfahrene Assistenzärztin der Radiologischen Klinik und ohne Kenntnis des Operationsbefundes.

Nicht bei allen Patienten der Studie lagen gehaltene Aufnahmen beidseits in zwei Ebenen vor, sondern nur bei 97 von ihnen (88,2 %), sei es, daß die entsprechenden Aufnahmen teilweise auswärts angefertigt worden sind, sei es, daß die Bilder nicht mehr auffindbar waren oder auch im Einzelfall nicht alle vier Aufnahmen durchgeführt worden sind. So konnten auf der Seite des Traumas 107 gehaltene Röntgenaufnahmen im anterior-posterioren Strahlengang und 105 gehaltene Röntgenaufnahmen im seitlichen Strahlengang ausgewertet werden, auf der Gegenseite entsprechend 103 a.p.-Aufnahmen und 102 seitliche Aufnahmen. Außerdem wurden noch die Nativbilder des Sprunggelenks in zwei Ebenen der verletzten Seite beurteilt.

Im ersten Auswertungsschritt wurde auf den Standard-Röntgenbildern nach frischen knöchernen Begleitverletzungen und nach Zeichen früherer Verletzungen im Bereich des Sprunggelenks gesucht, nach letzterem auch auf den gehaltenen Aufnahmen der unverletzten Seite. Als nächstes wurde die Qualität

der Projektion in den gehaltenen Aufnahmen bewertet (Kriterien siehe Abschnitt 4.3.2.5) und erst danach das Ausmaß der Instabilität ermittelt.

Meßgrößen für die Instabilität in den a.p.-Aufnahmen waren der Taluskippwinkel (in Winkelgrad) und die fibulotalare Distanz (in Millimeter). Unter Taluskippwinkel (siehe Abbildung 2, Anhang) versteht man nach RUBIN und WITTEN 1960 den nach fibular offenen Winkel, der von den beiden Geraden gebildet wird, die tangential zu den am weitesten proximal gelegenen Punkten des Talus und tangential zu den dazu korrespondierenden Impressionen der distalen Tibiagelenkfläche verlaufen. Als fibulotalare Distanz (siehe Abbildung 2, Anhang) wurde die Entfernung des distalsten Punktes der Gelenkfläche des Malleolus lateralis zur Facies malleolaris lateralis des Talus bestimmt. (Beim Auftreten von Doppelkonturen infolge verprojizierter Aufnahmen maßen wir jeweils von und bis zur Mitte der Doppelbilder.)

Meßgrößen für die Instabilität auf den seitlichen Aufnahmen waren der Talusvorschub und der Schubladenindex. Der Talusvorschub wurde nach beiden gebräuchlichen Meßmethoden bestimmt (siehe Abbildung 3, Anhang): Einmal als Abstand des distalsten Punktes der posterioren Tibiagelenkfläche zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle (in Millimeter; Methode A) und einmal als Abstand des distalsten Punktes der posterioren Tibiagelenkfläche bis zur Talusrolle in Richtung auf die Mitte der Talusrolle (in Millimeter; Methode B). Als Mitte der Talusrolle galt die Hälfte der Entfernung zwischen dem anterioren und dem posterioren Ende der überknorpelten Trochlea tali (109, 110). (Falls Talus und/oder Tibia nicht überlagerungsfrei abgebildet waren, erfolgten die Messungen wie bei der Bestimmung der fibulotalaren Distanz von und bis zur Mitte der Doppelkonturen (109).)

Der Schubladenindex wurde in der von LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 beschriebenen Weise ermittelt (siehe Abbildung 4, Anhang): Hierzu zeichnet man zuerst die Längsachse der distalen Tibia ein, legt dann mit Hilfe einer durchsichtigen Schablone zu dieser Achse eine Parallele durch den Mittelpunkt des von der distalen Tibiagelenkfläche gebildeten Halb-

kreises und anschließend eine weitere Parallele durch den Mittelpunkt des von der Talusrolle gebildeten Halbkreises. Der senkrechte Abstand dieser beiden Parallelen ergibt den Wert A (in Millimeter). Den Wert B (in Millimeter), die Länge der Tibiagelenkfläche, ermittelt man als Entfernung der distalsten anterioren und posterioren Punkte der Tibiagelenkfläche. Der Schubladenindex (dimensionslose Größe) schließlich berechnet sich nach folgender Formel (62):

$$\text{Index} = (\text{Wert A/Wert B}) \times 1000$$

Nach der Bestimmung der Instabilitätsparameter wurde noch die Höhe des Supports gemessen (Beschreibung der Meßmethode im Abschnitt 4.3.2.7) sowie die angegebenen Belastungskräfte notiert, mit denen die jeweiligen gehaltenen Aufnahmen durchgeführt worden sind. (Da diese Angaben größtenteils noch in Kilopond vorlagen, gingen wir etwas vereinfachend davon aus, daß 1 Kilopond näherungsweise 10 Newton entspricht.) Als letzter Auswertungsschritt wurde dann versucht, in einer Zusammenschau aller Meßergebnisse auf der verletzten und auf der unverletzten Seite das Ausmaß der Läsion abzuschätzen und - ohne Kenntnis des Operationsbefundes - eine Röntgendiagnose über die Anzahl der rupturierten Bänder zu formulieren.

Schließlich wurden noch die ursprünglichen, präoperativen Röntgenbefunde hinsichtlich der damaligen Röntgendiagnosen und der damals ermittelten Meßwerte ausgewertet. Zur Prüfung der Reliabilität (Zuverlässigkeit) der eigenen Messungen und Bewertungen wurden diese für eine beschränkte Anzahl von Fällen (n = 20) noch einmal wiederholt.

Die statistische Aufarbeitung und Auswertung der so erhobenen Daten wurde selbstständig auf der Großrechenanlage des Rechenzentrums für die Medizinische Fakultät mit dem Auswertungssystem SAVOD-Q durchgeführt. Die Signifikanzschranken für den t-Test und den Korrelationskoeffizienten wurden den Tabellen im Lehrbuch von SACHS (83) entnommen (aus dem gleichen Buch wurden auch sämtliche verwendeten Abkürzungen für statistische Größen übernommen), während die Signifikanzschranken für den chi-Quadrat-Test im Auswertungssystem

SAVOD-Q direkt angegeben sind. Dabei wurden Ergebnisse, die mit einer Wahrscheinlichkeit von weniger als 5 % auf einem Zufallseffekt beruhen ($p < 0,05$), lediglich als statistisch auffällig angesehen und erst Ergebnisse, die eine Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1 % aufweisen ($p < 0,01$), galten als statistisch signifikant (auf dem jeweils angegebenen Niveau).

4 ERGEBNISSE

4.1 Klinische Angaben

4.1.1 Anamnese

Tabelle 2 zeigt den Zeitraum (in Tagen), der zwischen Unfall und klinischer Diagnostik lag:

TAGE NACH DEM TRAUMA	ANZAHL DER PATIENTEN
0	77 (70,0%)
1	22 (20,0%)
3	2 (1,8%)
4	1 (0,9%)
5	1 (0,9%)
6	1 (0,9%)
Unklar	6 (5,5%)

Tab. 2: Zeitraum zwischen Trauma und Beginn der klinischen Diagnostik (in Tagen); N = 110

90 % der Patienten suchten am Unfalltag selbst oder am folgenden Tag die Chirurgische Poliklinik auf, was die akute Schmerzhaftigkeit sowie die Behinderung durch die Verletzung widerspiegelt (5, 10).

Bei 97 Patienten (88,2 %) traten die Verletzungen als Folge des typischen "Umknickens" im Sprunggelenk auf, also einer Zwangsbewegung aus Plantarflexion, Adduktion und Supination. Keine Angaben über die Art des Unfallhergangs wurden in 9

Fällen (8,2 %) gemacht. Lediglich in 4 Fällen war ein atypischer Unfallmechanismus auslösend: 3 Verkehrsunfälle, darunter 1 Polytrauma, sowie 1 Patient, der beim Sport einen Tritt gegen den Fuß bekommen hatte. Bei der operativen Revision bot nur der letztere dieser 4 Patienten einen selteneren Verletzungstyp, nämlich eine isolierte Teiltraktur des Lig. talofibulare anterius.

Einen Überblick über die Tätigkeiten, bei denen sich das Trauma ereignete, gibt Tabelle 3:

UNFALLURSACHE	ANZAHL DER PATIENTEN
Sport*	53 (48,2%)
Arbeit, Schule	14 (12,7%)
Häuslicher Unfall	9 (8,2%)
Sonstiges	15 (13,6%)
Keine Angaben	19 (17,3%)

Tab. 3: Tätigkeiten, die zum Trauma führten; N = 110

* Verletzungen beim Schul- oder Betriebs-sport wurden der Gruppe der Sportunfälle zugeordnet, nicht den Arbeitsunfällen, als die sie juristisch gelten.

Unter die Rubrik "Sonstiges" fallen in erster Linie Verletzungen, die sich beim Gehen in der Ebene ereignet haben, und Verkehrsunfälle (s. o.).

Anamnestische Angaben über Vorschädigungen der verletzten Seite und/oder der Gegenseite im Sinne alter Traumen lagen nur in 12 Fällen (10,9 %) vor, wobei lediglich 1 Patient (0,9 %) ausdrücklich darauf hingewiesen hat, er habe noch nie ein ähnliches Trauma erlitten (Tabelle 4).

ALTES TRAUMA (ANAMNESE)	ANZAHL DER PATIENTEN
Nein	1 (0,9%)
Verletzte Seite	3 (2,7%)
Gegenseite	1 (0,9%)
Beidseits	2 (1,8%)
Umknickneigung	2 (1,8%)
Operation (verl. Seite)	2 (1,8%)
Peronäuslähmung	1 (0,9%)
Keine Angaben	98 (89,2%)

Tab. 4: Alte Traumen am Sprunggelenk (Anamnese); N = 110

Eine Korrelation dieser anamnestischen Angaben mit den Operationsbefunden bzw. mit den radiologischen Befunden folgt im Abschnitt 4.3.1 .

4.1.2 Klinischer Untersuchungsbefund

Unter den Ergebnissen der klinischen Untersuchung sind das Vorhandensein einer Schwellung im Bereich des Außenknöchels und ihr Ausmaß zwar nicht die aussagekräftigsten, aber die am häufigsten dokumentierten Kriterien (Tabelle 5), da sie wesentlich über die primäre Operabilität mitentscheiden.

AUSMASS DER SCHWELLUNG	ANZAHL DER PATIENTEN
Gering	12 (10,9%)
Stark	49 (44,6%)
Nicht quantifiziert	36 (32,7%)
Keine Angaben	13 (11,8%)

Tab. 5: Grad der Schwellung im Außenknöchelbereich; N = 110

Bei den Patienten, die bereits am Unfalltag selbst untersucht worden sind, war die Schwellung im Außenknöchelbereich signifikant häufiger stark ausgeprägt ($p = 0,007$, chi-Quadrat-Test). Eine Beziehung zum Schweregrad der Verletzung, also zur Anzahl der gerissenen Bänder, konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Ausdehnung des Hämatoms ließ keinerlei Rückschlüsse auf das Ausmaß der Läsion zu, genauso wenig wie die Schmerzhaftigkeit von aktiven oder passiven Bewegungen im Sprunggelenk, die nur in 28 Fällen (25,5 %) quantitativ dokumentiert war (19mal "stark", 9mal "gering").

Über die Lokalisation des Druckschmerzes am Außenbandapparat wurden bei 39 Verletzten (35,5 %) nur unspezifische Angaben gemacht (z. B. "Druckschmerz unterhalb des Außenknöchels"). Lediglich in 25 Fällen (22,7 %) wurde der Druckschmerz bestimmten Bandstrukturen zugeordnet: Davon wurde

17mal Druckschmerz über gerissenen Bändern gefunden und 8mal über intakten Bändern (kein signifikanter Unterschied).

4.2 Operationsbefunde

Die einzelnen Rupturformen, die im untersuchten Krankengut auftraten, sind in Tabelle 6 aufgelistet:

GERISSENE BÄNDER	PATIENTEN	SUMME
Keines	6 (5,5%)	6 (5,5%)
LTFA teilweise	4 (3,6%)	49 (44,5%)
LTFA komplett	45 (40,9%)	
LTFA u. LCF teilweise	12 (10,9%)	41 (37,3%)
LTFA u. LCF komplett	29 (26,5%)	
LTFA, LCF u. LTFP teilweise	4 (3,6%)	9 (8,2%)
LTFA, LCF u. LTFP komplett	5 (4,5%)	
Nur LCF teilweise	3 (2,7%)	3 (2,7%)
LTFA u. LTFP teilweise	2 (1,8%)	2 (1,8%)

Tab. 6: Rupturformen; N = 110

LTFA = Lig. talofibulare anterior
 LCF = Lig. calcaneofibulare
 LTFP = Lig. talofibulare posterius

Wie in der Literatur beschrieben (12, 21, 44, 53, 61, 74, 89, 105), waren auch bei uns isolierte Rupturen des Lig. calcaneofibulare selten. Wir fanden lediglich 3 Teilrupturen dieses Bandes. In keinem dieser Fälle ergaben sich in der Anamnese, im Röntgenbild oder im Operationsprotokoll irgendwelche Hinweise auf eine Vorschädigung.

2 Patienten wiesen eine Kombinationsverletzung aus Ruptur des Lig. talofibulare anterius und Teilruptur des Lig. talofibulare posterius auf. Beide Patienten boten bei der Operation zusätzlich Hinweise auf alte Läsionen am Sprunggelenk (1mal Narbengewebe, 1mal war die Ruptur des Lig. talofibulare anterius alt).

Einen Überblick über die Fälle, bei denen sich aus dem Operationsbericht Anzeichen für alte Verletzungen in Form von Narbengewebe oder nicht mehr frischen Bänderrissen ergaben, bietet Tabelle 7 .

ALTE LÄSION	PATIENTEN
Narbengewebe	9
Ruptur LTFA	3*
Ruptur LTFA u. LCF	3**
Ruptur LTFA, LCF u. LTFP	1*
Reruptur LTFA nach Bandnaht	2*

* je 1 knöcherner Ausriß (alt)

** 2 knöcherne Ausrisse (alt)

Tab. 7: Alte Läsionen (Operationsbericht); n = 18

LTFA = Lig. talofibulare anterius

LCF = Lig. calcaneofibulare

LTFP = Lig. talofibulare posterius

Von den 9 Patienten, an deren Außenbandapparat bei der Operation Narbengewebe vorgefunden wurde, hatten 5 einen frischen Bänderriß, während bei 4 von ihnen keine Ruptur vorlag. Die als "alt" oder "nicht mehr frisch" beschriebenen Rupturformen waren zum Teil mit frischen Rupturen anderer Bänder kombiniert und sind in der Gesamtbilanz von Tabelle 6 mit aufgeführt.

Eine Auflistung der operativ erkannten Begleitverletzungen folgt in Zusammenschau mit den Ergebnissen der Röntgendiagnostik im Abschnitt 4.3.1 .

4.3 Röntgendiagnostik

4.3.1 Standardaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen

Die Standardaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen dienen - wie bei jeder Verletzung mit Verdacht auf Gelenkbeteiligung - dem Nachweis bzw. dem Ausschluß

- einer knöchernen Beteiligung (Fraktur, Absprengung)
- von knöchernen Bandausrissen
- einer persistierenden Subluxationsstellung
- alter Schädigungen als Folge früherer Traumen.

Die Röntgenbefunde und die Operationsbefunde über frische Begleitverletzungen sind in Tabelle 8 gegenübergestellt:

OP-BERICHT	Ausriß knöchern	Ausriß knorpelig	Metatarsale- V-Fraktur	Ruptur Lig. deltoideum	Kein Nachweis	Summe
RÖNTGEN						
Ausriß knöchern	3	1	0	0	1	5
V.a. Ausriß knöchern	1	0	0	0	4	5
V.a. Flake fracture	0	0	0	0	1	1
V.a. Epiphy- senlösung	0	0	0	0	1	1
Absprengung Innenknöchel	0	0	0	0	1	1
Metatarsale- V-Fraktur	0	0	2	0	0	2
Kein Hinweis	0	1	0	1		2
Summe	4	2	2	1	8	17

Tab. 8: Frische Begleitverletzungen im Röntgen und im Operationsbericht;
n = 17

Zu den frischen knöchernen Bandausrissen ist zu bemerken, daß die ermittelte Häufigkeit (n = 4) keineswegs als repräsentativ angesehen werden darf, denn Patienten, bei denen ein knöcherner Bandausriss bereits auf den Übersichtsaufnahmen sicher erkennbar war, erhielten im allgemeinen keine gehaltenen Aufnahmen und wurden deshalb gar nicht in die Studie aufge-

nommen. Die frischen Bandausrisse, die in Tabelle 8 aufgelistet sind, wurden erst auf den gehaltenen Aufnahmen mehr oder weniger deutlich als knöcherne Absprengungen dargestellt, sodaß die Diagnose gestellt oder zumindest ein entsprechender Verdacht geäußert werden konnte. (Nur in einem Fall war röntgenologisch ein frischer knöcherner Bandausriß schon auf den Nativaufnahmen sicher zu erkennen, gehaltene Aufnahmen waren somit eigentlich nicht indiziert.)

Von den 5 radiologisch als sicher angesehenen frischen Bandausrissen wurde nur einer operativ nicht bestätigt, während von den 5 Fällen, in denen radiologisch lediglich ein entsprechender Verdacht geäußert worden war, nur ein einziger auch operativ nachgewiesen wurde. Die letztere Gruppe bildet zugleich den Hauptanteil der Diskrepanzen zwischen Röntgenbefunden und Operationsergebnissen in bezug auf frische Begleitverletzungen. Insgesamt wurden radiologisch 15mal neben einer rein ligamentären Verletzung am fibularen Kapselbandapparat noch weitere frische Läsionen im Bereich des Sprunggelenks oder des Fußes diagnostiziert bzw. vermutet, was intraoperativ 6mal bestätigt wurde. Umgekehrt ließen sich von den 8 operativ nachgewiesenen Zusatzverletzungen 2 in den Röntgenaufnahmen nicht nachweisen (1 knorpeliger Bandausriß, 1 Ruptur des Lig. deltoideum).

Tabelle 9 bietet einen Überblick über die Fälle mit radiologischen Hinweisen auf alte Sprunggelenkstraumen und ihre Operationsbefunde:

OP-BERICHT RÖNTGEN	Knöcherner Ausriß (alt)	Knöcherner Ausriß (Rezidiv)	Kein Nachweis	Summe
Knöcherne Läsion lateral (alt)	2	1	5	8
V.a. knöcherne Läsion lateral (alt)	1	0	4	5
Os subfibulare	1	0	2*	3
Osteochondrosis dissecans	0	0	2	2
Summe	4	1	13	18

* davon 1mal Diagnose "Os subfibulare" zweifelhaft (s. Text)

Tab. 9: Alte Begleitverletzungen im Röntgenbild und im Operationsbericht; n = 18

Sonstige radiologische Hinweise auf alte Verletzungen:

n = 7: Alte Innenknöchelfraktur oder Knöchelchen distal
des Innenknöchels

n = 4: Beginnende Arthrose im oberen Sprunggelenk
davon zusätzlich 1 alter knöcherner Ausriß
zusätzlich 1 Os subfibulare (s. Text)

n = 1: Sporn an der Tibiavorderkante

Für einen nicht mehr frischen knöchernen bzw. einen bereits verkalkten knorpeligen Bandausriß sprachen

- ein scharf, aber ungleichmäßig begrenzter Rand
- eine abgerundete, aber unharmonische Kontur
- eine verminderte Dichte als Zeichen der Entkalkung
- eine erhöhte Dichte als Zeichen der Nekrose
- eine inhomogene Struktur

des Konkrements. Auf dieser Basis wurden 23 knöcherne Bandausrisse röntgenologisch als "frisch" oder "alt" eingestuft (10mal "frisch", 13mal "alt"). Von diesen 23 Fällen wurden 9 operativ bestätigt (5 frische und 4 alte Ausrisse). In keinem dieser 9 Fälle ergab sich eine Diskrepanz zwischen Röntgendiagnose und Operationsbefund hinsichtlich des Alters der Läsion.

Ein distal des Außenknöchels gelegenes Konkrement wurde als Os subfibulare diagnostiziert, wenn es rund, glatt begrenzt und homogen strukturiert war. Von den 3 röntgenologisch beschriebenen Fällen imponierte einer bei der operativen Revision als alter knöcherner Bandausriß. In den beiden anderen Fällen wurden im Operationsprotokoll keine Angaben über entsprechende knöcherne Strukturen gemacht. Jedoch bestand bei einem dieser beiden Patienten zusätzlich eine beginnende, dem jugendlichen Alter (16 Jahre) nicht angemessene Arthrose im oberen Sprunggelenk, was auf ein früheres Trauma mit nachfolgender Instabilität hindeuten könnte. Die Diagnose eine Os subfibulare erscheint in diesem Fall zumindest zweifelhaft.

Bezüglich der Korrelation von anamnestischen Angaben über früher abgelaufene Sprunggelenkstraumen mit den Röntgen- bzw. den Operationsbefunden läßt sich folgendes sagen: Von den 9 Patienten, die über Verletzungen im Sinne eines supinatorischen Umknickens in ihrer Vorgeschichte berichtet hatten

(Tabelle 4, S. 21), zeigten 6 auch im Röntgenbild Zeichen einer alten Schädigung. Intraoperativ boten diese 9 Patienten alle alte Läsionen (Rupturen und/oder Ausrisse, $n = 7$) bzw. deutliche Hinweise darauf (Narbengewebe, $n = 2$).

Auf der aktuell nicht verletzten Seite ergab die Röntgendiagnostik (hier wurden die gehaltenen Aufnahmen der Gegenseite ausgewertet; $n = 103$) nur in 7 Fällen (6,8 %) aufgrund ossärer Veränderungen Hinweise auf eine Vorschädigung (3mal alter Ausriß, 2mal Os subfibulare, je 1mal alte Läsion am Innenknöchel bzw. deutliche Sprunggelenksarthrose). Lediglich ein Patient aus dieser Gruppe hatte auch anamnestisch über ein altes Trauma auf der Gegenseite berichtet. Der Unterschied zur verletzten Seite ist signifikant ($p < 0,001$, chi-Quadrat-Test): Dort ergaben sich in 28 Fällen (25,5 %) radiologisch Hinweise oder zumindest der Verdacht auf eine Vorschädigung (Tabelle 9).

Tabelle 10 schließlich zeigt eine Gegenüberstellung der operativ nachgewiesenen alten Läsionen (Narbengewebe, alte Bänderrisse) aus Tabelle 7 und der radiologisch erkennbaren Hinweise auf eine frühere Sprunggelenksverletzung der verletzten Seite aus Tabelle 9.

OP-BEFUND: ALTE LÄSION RÖNTGEN: HINWEIS AUF VORSCHÄDIGUNG	Ja (Tab. 7)	Nein	Summe
Ja (Tab. 9)	7	21	28
Nein	11	71	82
Summe	18	92	110

Tab. 10: Alte Läsionen im Operationsbefund und Hinweise auf frühere Sprunggelenkstraumen im Röntgenbild; $N = 110$

4.3.2 Gehaltene Röntgenaufnahmen

4.3.2.1 Meßwerte des Gesamtkollektivs

Die Verteilung der aus den gehaltenen Aufnahmen in anterior-posteriorer Projektion ermittelten Meßwerte (Talus-klippwinkel, fibulotalare Distanz) ist für die Gesamtzahl der Patienten in den Abbildungen 5 und 6 (siehe Anhang) dargestellt, während die Abbildungen 7a und 7b (siehe Anhang) die einzelnen Häufigkeitsklassen des aus den gehaltenen Aufnahmen in seitlicher Projektion ermittelten Talusvorschubs für beide Meßmethoden (Entfernung distale, posteriore Tibiagelenkfläche bis zum Talus, gemessen bis zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle bzw. gemessen in Richtung auf die Mitte des Talus) zeigen. In Tabelle 11 schließlich ist der ebenfalls aus den gehaltenen Aufnahmen in seitlicher Projektion berechnete Schubladenindex klassifiziert. Um einen Seitenvergleich anschaulich zu machen, wurden in den Abbildungen und in der Tabelle den Werten der verletzten Seite diejenigen der Gegenseite direkt gegenübergestellt.

VERLETZTE SEITE	SCHUBLADENINDEX	GEGENSEITE
11 (10,4%)	unter 90	41 (40,1%)
24 (22,9%)	90 - 150	34 (33,3%)
22 (21,0%)	150 - 200	17 (16,7%)
19 (18,1%)	200 - 250	7 (6,9%)
14 (13,3%)	250 - 300	1 (1,0%)
15 (14,3%)	über 300	2 (2,0%)

Tab. 11: Schubladenindex, klassifiziert für verletzte Seite (n = 105) und Gegenseite (n = 102)

Sämtlichen bisher und im folgenden aufgeführten Meßwerten liegt, falls Zweituntersuchungen durchgeführt worden sind, die Auswertung dieser Aufnahmen zugrunde. Ein Vergleich mit der jeweiligen Erstuntersuchung für die 4 Fälle, in denen eine solche Zweituntersuchung angeordnet worden ist, folgt im Abschnitt 4.3.2.8 .

Der jeweils größte und der jeweils kleinste Meßwert, sowie der Mittelwert (bzw. der Median) und die Standardabweichung sind für die Meßgrößen der a.p.-Aufnahme in der Tabelle 12a aufgelistet, für die Meßgrößen der seitlichen Aufnahme in Tabelle 12b. Die statistischen Basisgrößen wurden auf halbe oder ganze Winkelgrade bzw. Millimeter auf- oder abgerundet, beim Schubladenindex wurden nur ganze Zahlen angegeben.

MESSGRÖSSE		VERLETZTE SEITE	GEGENSEITE
TALUSKIPPWINKEL	Minimum	1°	0°
	Maximum	39°	18°
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	13,5° (12°)	3,0° (3°)
	Standardabweichung s	7,0°	---
FIBULOTALARE DISTANZ	Minimum	3 mm	2 mm
	Maximum	18 mm	15 mm
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	11,0 mm (11 mm)	8,0 mm (8 mm)
	Standardabweichung s	3,5 mm	2,5 mm

Tab. 12a: A.p.-Aufnahme: Kleinster Meßwert, größter Meßwert, Mittelwert $\bar{x}$, Median $\tilde{x}$ und Standardabweichung s für Taluskipppwinkel und fibulotalare Distanz auf der verletzten Seite (n = 107) und auf der Gegenseite (n = 103)

Da die Meßwerte für den Taluskipppwinkel auf der unverletzten Seite keine Normalverteilung ergaben, ist auch die Angabe einer Standardabweichung nicht sinnvoll.

MESSGRÖSSE		VERLETZTE SEITE	GEGENSEITE
TALUSVORSCHUB (gemessen zum nächstgelegenen Punkt des Talus)	Minimum	4 mm	2 mm
	Maximum	15 mm	13 mm
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	8,5 mm (8 mm)	6,0 mm (6 mm)
	Standardab- weichung s	3,0 mm	2,0 mm
TALUSVORSCHUB (gemessen zur Mitte des Talus)	Minimum	4 mm	2 mm
	Maximum	17 mm	14 mm
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	9,0 mm (9 mm)	6,0 mm (6 mm)
	Standardab- weichung s	3,0 mm	2,0 mm
SCHUBLADENINDEX	Minimum	50	23
	Maximum	517	481
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	202 (194)	118 (103)
	Standardab- weichung s	92	70

Tab. 12b: Seitliche Aufnahme: Kleinster Meßwert, größter Meßwert, Mittelwert $\bar{x}$, Median $\tilde{x}$ und Standardabweichung s für Talusvorschub (beide Meßmethoden) und Schubladenindex auf der verletzten Seite (n = 105) und auf der Gegenseite (n = 102)

Wie aus den Abbildungen 5, 6, 7a und 7b sowie der Tabelle 11 zu entnehmen ist, besteht für die Absolutwerte der einzelnen Meßverfahren eine starke Überlappung der Ergebnisse auf verletzter Seite und Gegenseite. Im Mittelwertvergleich jedoch (t-Test für abhängige Beobachtungen) ist der Unterschied sehr deutlich: Sowohl für den Taluskippwinkel und die fibulotalare Distanz (jeweils $p < 0,0001$) als auch für beide Meßtechniken des Talusvorschubs und den Schubladenindex (jeweils $p < 0,001$) ist der Unterschied zwischen der verletzten Seite und der Gegenseite hoch signifikant.

Ein Geschlechtsunterschied (insgesamt 41 weibliche und 69 männliche Patienten) ergab sich nur für den Schubladenindex auf der verletzten Seite. Hier lagen die Werte der weiblichen Probanden signifikant höher ($\bar{x} = 241$ gegenüber $\bar{x} = 178$; $p < 0,01$, t-Test für unabhängige Beobachtungen). Ansonsten fanden wir keinen statistisch aussagefähigen Unterschied zwischen den Meßwerten bei weiblichen und männlichen Patienten, bei Verletzungen der rechten Seite ($n = 60$) oder der linken Seite ($n = 50$) oder zwischen den verschiedenen Altersklassen aus Tabelle 1 .

Für Patienten, bei denen auch die Aufnahmen der Gegenseite vorlagen, konnten die Seitendifferenzen ermittelt werden. Die Verteilung dieser Seitendifferenzen innerhalb des Gesamtkollektivs zeigen die Abbildung 8 für den Taluskippwinkel, die Abbildung 9 für die fibulotalare Distanz und die Abbildungen 10a und 10b für beide Meßtechniken zur Bestimmung des Talusvorschubs (siehe jeweils im Anhang). In Tabelle 13 sind die Seitendifferenzen für den Schubladenindex klassifiziert. (Obwohl bei 102 Patienten seitliche Aufnahmen der Gegenseite ausgewertet werden konnten, ergibt sich für die Seitendifferenzen nur eine Fallzahl von 101, da 1mal die seitlichen Aufnahme der verletzten Seite nicht vorgelegen hat.

SEITENDIFFERENZ SCHUBLADENINDEX	ANZAHL DER PATIENTEN
Negativ	15 (14,9%)
0	4 (4,0%)
1 - 50	17 (16,8%)
50 - 100	22 (21,8%)
100 - 150	25 (24,7%)
150 - 200	13 (12,8%)
über 200	5 (5,0%)

Tab. 13: Seitendifferenzen des Schubladenindex; n = 101

In den Tabellen 14a und 14b sind für die Seitendifferenzen wiederum die jeweils kleinsten und die jeweils größten Werte, sowie die Mittelwerte (bzw. die Mediane) und die Standardabweichungen für die Meßgrößen der a.p.-Aufnahmen und der seitlichen Aufnahmen protokolliert.

MESSGRÖSSE		MESSWERTE
SEITENDIFFERENZ TALUSKIPPWINKEL	Minimum	-3°
	Maximum	29°
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	10,5° (9°)
	Standardab- weichung s	6,5°
SEITENDIFFERENZ FIBULOTALARE DISTANZ	Minimum	-6 mm
	Maximum	11 mm
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	3,0 mm (4 mm)
	Standardab- weichung s	3,5 mm

Tab. 14a: A.p.-Aufnahme: Kleinster Meßwert, größter Meßwert, Mittelwert $\bar{x}$, Median $\tilde{x}$ und Standardabweichung s für die Seitendifferenzen des Taluskippwinkels und der fibulotalaren Distanz; n = 103

MESSGRÖSSE		MESSWERTE
SEITENDIFFERENZ TALUSVORSCHUB (gemessen zum nächstgelegenen Punkt des Talus)	Minimum	-2 mm
	Maximum	8 mm
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	2,5 mm (2 mm)
	Standardab- weichung s	2,5 mm
SEITENDIFFERENZ TALUSVORSCHUB (gemessen zur Mitte des Talus)	Minimum	-3 mm
	Maximum	8 mm
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	2,5 mm (3 mm)
	Standardab- weichung s	2,5 mm
SEITENDIFFERENZ SCHUBLADENINDEX	Minimum	-94
	Maximum	345
	Mittelwert $\bar{x}$ (Median $\tilde{x}$)	80 (88)
	Standardab- weichung s	78

Tab. 14b: Seitliche Aufnahme: Kleinster Meßwert, größter Meßwert, Mittelwert $\bar{x}$, Median $\tilde{x}$ und Standardabweichung s für die Seitendifferenzen des Talusvorschubs (beide Meßmethoden) und des Schubladenindex; n = 101

Für keines der 5 Meßverfahren bestand ein statistisch auffälliger Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Patienten oder zwischen einzelnen Altersklassen hinsichtlich der Werte der Seitendifferenz.

Die Bestimmung des Talusvorschubs wurde bei sämtlichen gehaltenen Röntgenaufnahmen in seitlicher Projektion nach beiden in der Literatur beschriebenen Methoden durchgeführt: Messung zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle, Methode A (36, 37, 39, 40, 42, 50, 53, 60, 69, 85, 89, 100), und Messung in Richtung auf die Mitte des Talus, Methode B (20, 21, 71, 109, 110); siehe hierzu auch Abschnitt 3.3. Für Meßmethode B lagen die Werte des Talusvorschubs, wie in Tabelle 15 aufgeführt, bis zu 2 mm über den nach Meßmethode A ermittelten.

VERLETZTE SEITE	DIFFERENZ METHODE B - METHODE A	GEGENSEITE
48 (45,7%)	0 mm	71 (69,6%)
51 (48,6%)	1 mm	31 (30,4%)
6 (5,7%)	2 mm	0

Tab. 15: Differenz zwischen Methode B und Methode A zur Bestimmung des Talusvorschubs auf der verletzten Seite (n = 105) und auf der Gegenseite (n = 102)

Die Unterschiede in der Häufigkeit zwischen verletzter Seite und Gegenseite sind statistisch auffällig ($p = 0,035$ für Differenz 0 mm; $p = 0,027$ für Differenz 1 mm; $p = 0,014$ für Differenz 2 mm, jeweils chi-Quadrat-Test). Da die Meßwerte für den Talusvorschub auf der verletzten Seite im Durchschnitt höher lagen, spricht diese unterschiedliche Häufigkeitsverteilung dafür, daß die Differenz der beiden Meßtech-

niken bei höheren Meßwerten zunimmt. Deshalb wurden in Tabelle 16 hohe und niedrige Meßwerte des Talusvorschubs den Differenzen zwischen den beiden Meßmethoden gegenübergestellt.

TALUSVORSCHUB (METHODE A)	NIEDRIG (3 mm - 7 mm)	HOCH (8 mm - 15 mm)	SUMME
DIFFERENZ METHODE B - METHODE A			
0 mm	23	25	48
1 mm	15	36	51
2 mm	0	6	6
SUMME	38	67	105

Tab. 16: Gegenüberstellung von niedrigen und hohen Meßwerten des Talusvorschubs und der Differenz zwischen den beiden Meßmethoden; $n = 105$

Auch bei diesem Vergleich finden sich Differenzen zwischen den beiden Meßtechniken für den Talusvorschub statistisch auffällig häufiger bei hohen Meßwerten ($p = 0,026$, chi-Quadrat-Test), was die obige Annahme stützt.

Beide Meßmethoden für den Talusvorschub wurden deshalb parallel durchgeführt, um einen Vergleich zwischen ihnen zu ermöglichen. Nachdem diese Gegenüberstellung erfolgt ist, werden in den folgenden Abschnitten nur noch die Ergebnisse einer Methode aufgeführt. Alle Meßwerte für den Talusvorschub beziehen sich von nun an - falls nicht ausdrücklich anders bezeichnet - auf die Entfernung zwischen dem distalsten Punkt der posterioren Tibiagelenkfläche und dem nächstgelegenen Punkt der Talusrolle (Methode A). Die Wertigkeit beider Meßtechniken wird im Abschnitt 5.3.2.3.3 erörtert.

4.3.2.2 Intervall zwischen Trauma und Anfertigung der gehaltenen Röntgenaufnahmen

Die Zeiträume (in Tagen) zwischen dem Trauma und der Erstvorstellung der Patienten in der Chirurgischen Poliklinik einerseits (siehe auch Tab. 2, S. 19) und die Zeiträume (in Tagen) zwischen dem Trauma und der Anfertigung der gehaltenen Röntgenaufnahmen andererseits sind in Tabelle 17 gegenübergestellt (siehe folgende Seite).

Wie aus Tabelle 17 zu entnehmen ist, wurden die gehaltenen Röntgenaufnahmen lediglich bei 62 Patienten (56,4 %) am gleichen Tag angefertigt, an dem diese auch erstmals die Chirurgische Poliklinik aufgesucht hatten. Bei 45 Patienten (40,9 %) war dies gleichzeitig der Tag, an dem sie sich die Verletzung zugezogen hatten. Für letztere Gruppe, bei der also die vollständige Röntgendiagnostik noch am Tag des Traumas selbst erfolgt war, wurden die Meßwerte des Taluskipwinkels, der fibulotalaren Distanz, des Talusvorschubs und des Schubladenindex mit den entsprechenden Meßwerten des restlichen Patientenkollektivs verglichen (t-Test für unabhängige Beobachtungen). Dabei ergab sich, daß in der Patientengruppe, bei der die gehaltenen Aufnahmen am gleichen Tag angefertigt worden waren, an dem sich auch das Trauma ereignet hatte, die Absolutwerte für den Taluskipwinkel statistisch auffällig höher lagen als im übrigen Patientenkollektiv ($p < 0,02$), ebenso die Seitendifferenzen ($p < 0,05$). Für die anderen 3 Meßgrößen konnten keine derartigen Unterschiede festgestellt werden.

In einem weiteren Auswertungsschritt wurden die Fälle, die am Tag des Traumas selbst mittels gehaltener Aufnahmen untersucht worden waren, mit denjenigen, die am ersten oder zweiten Tag nach der Verletzung der Röntgendiagnostik unterzogen worden waren, zu einer Gruppe zusammengefaßt und den restlichen Fällen gegenübergestellt. Bei diesem Vergleich ergaben sich für keine der untersuchten 4 Meßgrößen statistisch aussagekräftige Unterschiede zwischen den beiden Untergruppen, auch nicht für die Seitendifferenzen der einzelnen Meßgrößen (wiederum t-Test für unabhängige Beobachtungen).

INTERVALL TRAUMA/ ERSTVORSTELLUNG (in Tagen)	0	1	3	4	5	6	Unklar	Summe
INTERVALL TRAUMA/ GEHALTENE AUFNAHMEN (in Tagen)								
0	45							45
1	2	13						15
2	6	0						6
3	12	2	1					15
4	5	3	1	1				10
5	2	1	0	0	1			4
6	1	2	0	0	0	1		4
7	1	0	0	0	0	0		1
9	1	0	0	0	0	0		1
12	1	0	0	0	0	0		1
14	0	1	0	0	0	0		1
17	1	0	0	0	0	0		1
Unklar	0	0	0	0	0	0	6	6
Summe	77	22	2	1	1	1	6	110

Tab. 17: Gegenüberstellung der Zeiträume (in Tagen) zwischen Trauma und Erstvorstellung und zwischen Trauma und den gehaltenen Röntgenaufnahmen; N = 110

4.3.2.3 Meßwerte bei den einzelnen Rupturformen

Tabelle 18a, S. 46, zeigt den jeweils kleinsten und den jeweils größten Meßwert, den Mittelwert und die Standardabweichung für die im Patientenkollektiv der Studie aufgetretenen Rupturformen (vergleiche Tabelle 6, S. 23). Die entsprechenden Angaben für die Seitendifferenzen der Meßwerte finden sich in Tabelle 18b, S. 47 .

Um mögliche Unterschiede zwischen den einzelnen Rupturformen zu untersuchen, wurden die jeweiligen Meßwerte für die häufigsten Verletzungstypen (Ruptur des Lig. talofibulare anterius = isolierte Außenbandruptur, Ruptur der Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare = kombinierte Außenbandruptur, Ruptur aller drei Bänder = totale Außenbandruptur) mittels t-Test für unabhängige Stichproben verglichen. (Eine gesonderte Betrachtung der Fälle ohne Bandruptur folgt im Abschnitt 4.3.2.9 .)

Für keine der 4 untersuchten Meßmethoden ließ sich aufgrund der Absolutwerte oder aufgrund der Differenzen zur Gegenseite ein statistisch auffälliger Unterschied zwischen Teilrupturen und kompletten Rupturen einer Bandstruktur nachweisen, sodaß inkomplette und komplette Bänderisse im folgenden zu einer einheitlichen Gruppe zusammengefaßt werden.

Der Taluskippwinkel lag im Mittelwertvergleich bei den kombinierten Rupturen der Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare für die Absolutwerte statistisch signifikant höher ($p < 0,01$) und für die Seitendifferenzen statistisch auffällig höher ($p < 0,05$) als bei den isolierten Rupturen des Lig. talofibulare anterius. Zwischen den Fällen mit Riß aller drei fibularen Bänder und den Fällen mit alleinigem Riß des Lig. talofibulare anterius ist der Unterschied sowohl hinsichtlich der Absolutwerte als auch hinsichtlich der Seitendifferenzen des Taluskippwinkels statistisch signifikant (jeweils $p < 0,01$). Trotzdem ergaben sich zwischen den einzelnen Gruppen starke Überlappungen: So hatten 45 Patienten (95,7 %) mit isolierter Außenbandruptur Absolutwerte und alle Patienten mit diesem Verletzungstyp (und beidseitig vorhandenen a.p.-Aufnahmen; $n = 45$) Seitendifferenzen für den

Taluskipwinkel, die über den kleinsten Werten in der Gruppe mit kombinierter Außenbandruptur (3° absolut bzw. -3° Differenz) lagen. Außerdem hatten noch 32 Patienten (68,1 %) bzw. 29 Patienten (64,4 %) höhere (oder gleich hohe) Absolutwerte bzw. Seitendifferenzen als die kleinsten Werte, die bei Ruptur aller drei Bänder beobachtet wurden (9° absolut bzw. 8° Differenz). Andererseits konnten wir nur in 8 Fällen (20,0 %) mit kombinierter und in 4 Fällen (44,4 %) mit totaler Außenbandruptur Absolutwerte und in 6 Fällen (15,4 %) bzw. 3 Fällen (37,5 %) Seitendifferenzen finden, die größer waren als die entsprechenden Maximalwerte (21° absolut bzw. 19° Differenz) bei isolierter Ruptur des Lig. talofibulare anterius.

Zwischen den Fällen mit kombinierter Ruptur der Lig. talofibulare anterius und calcaneofibulare und den Fällen mit Ruptur aller drei Bänder ergab sich lediglich bei der Seitendifferenz des Taluskipwinkels ein statistisch auffälliger Unterschied ($p < 0,05$). Aber auch zwischen diesen beiden Untergruppen besteht eine starke Überschneidung: 29 Patienten mit kombinierter Außenbandruptur (74,4 %) wiesen Seitendifferenzen auf, die höher lagen als oder gleich hoch waren wie der kleinste Wert bei totaler Außenbandruptur (8°), während umgekehrt alle Seitenunterschiede des Taluskipwinkels in dieser Gruppe kleiner waren (Maximum 28°) als der bei gemeinsamer Ruptur der Lig. talofibulare anterius und calcaneofibulare gemessene Maximalwert von 29° .

Die übrigen 3 Meßmethoden (fibulotalare Distanz, Talusvorschub und Schubladenindex) ergaben weder hinsichtlich ihrer Absolutwerte noch hinsichtlich der Differenzen zwischen verletzter und unverletzter Seite statistisch wertbare Unterschiede zwischen den Gruppen mit isolierter, kombinierter und totaler Außenbandruptur.

MESSGRÖSSE		KEINE RUPTUR n = 6	RUPTUR LTFA n = 49	RUPTUR LTFA + LCF n = 41	RUPTUR ALLER BÄNDER n = 9	RUPTUR nur LCF (Teil) n = 3	RUPTUR LTFA + LTFF (Teil) n = 2
TALUSKIPP- WINKEL	Minimum	5°	1°	3°	9°	4°	12°
	Maximum	20°	21°	39°	29°	16°	12°
	Mittelwert $\bar{x}$	9,0°	11,5°	15,5°	20,0°	8,5°	12,0°
	Standardab- weichung s	5,5°	5,0°	8,5°	7,5°	---	---
FIBULOTALARE DISTANZ (in mm)	Minimum	6	3	3	8	9	11
	Maximum	16	17	18	14	9	12
	Mittelwert $\bar{x}$	10,5	11,0	11,0	11,0	9,0	11,5
	Standardab- weichung s	3,5	3,5	4,0	3,0	---	---
TALUSVORSCHUB (in mm)	Minimum	8	4	4	4	5	9
	Maximum	12	15	15	15	12	9
	Mittelwert $\bar{x}$	10,0	8,5	8,0	8,0	8,5	9,0
	Standardab- weichung s	1,5	2,5	3,0	4,0	---	---
SCHUBLADEN- INDEX	Minimum	125	54	50	61	53	154
	Maximum	313	389	455	517	323	189
	Mittelwert $\bar{x}$	225	196	207	205	192	172
	Standardab- weichung s	70	82	98	112	---	---

Tab. 18a: Kleinster Wert, größter Wert, Mittelwert $\bar{x}$ und Standardabweichung s des Taluskippwinkels, der fibulotalaren Distanz, des Talusvorschubs und des Schubladenindex bei den einzelnen Rupturformen

LTFA = Lig. talofibulare anterior
LCF = Lig. calcaneofibulare
LTFF = Lig. talofibulare posterior

MESSGRÖSSE		KEINE RUPTUR n = 6	RUPTUR LTFA n = 49	RUPTUR LTFA + LCF n = 41	RUPTUR ALLER BÄNDER n = 9	RUPTUR nur LCF (Teil) n = 3	RUPTUR LTFA + LTFF (Teil) n = 2
SEITENDIFFERENZ TALUSKIPP- WINKEL	Minimum	2°	0°	-3°	8°	1°	11°
	Maximum	7°	19°	29°	28°	14°	12°
	Mittelwert $\bar{x}$	4,5°	8,5°	11,5°	17,0°	6,5°	11,5°
	Standardab- weichung s	2,0°	5,0°	7,5°	6,5°	---	---
SEITENDIFFERENZ FIBULOTALARE Distanz (in mm)	Minimum	1	-3	-6	1	-3	-1
	Maximum	4	11	8	10	1	3
	Mittelwert $\bar{x}$	2,0	4,0	3,0	4,5	-1,0	1,0
	Standardab- weichung s	1,5	3,0	4,0	3,0	---	---
SEITENDIFFERENZ TALUSVORSCHUB (in mm)	Minimum	0	-2	-2	-2	-1	4
	Maximum	6	7	8	6	4	6
	Mittelwert $\bar{x}$	3,0	3,0	2,0	1,0	1,5	5,0
	Standardab- weichung s	2,0	2,5	2,5	3,0	---	---
SEITENDIFFERENZ SCHUBLADEN- INDEX	Minimum	17	-74	-94	-83	-26	78
	Maximum	176	219	246	345	166	128
	Mittelwert $\bar{x}$	91	86	77	49	82	103
	Standardab- weichung s	59	69	79	133	---	---

Tab. 18b: Kleinster Wert, größter Wert, Mittelwert $\bar{x}$ und Standardabweichung s für die Seitendifferenzen des Taluskippwinkels, der fibulotalaren Distanz, des Talusvorschubs und des Schubladenindex bei den einzelnen Rupturformen

LTFA = Lig. talofibulare anterior
 LCF = Lig. calcaneofibulare
 LTFF = Lig. talofibulare posterior

4.3.2.4 Röntgenologische Diagnose des Schweregrades der Verletzung

Nach der Analyse der gehaltenen Röntgenaufnahmen wurde - ohne vorherige Kenntnis des Operationsbefundes - versucht, die Anzahl der gerissenen Sprunggelenksbänder zu prognostizieren, um zu überprüfen, ob - wie in mehreren Veröffentlichungen behauptet (17, 18, 20, 25, 40, 42, 45, 68, 71, 72, 78, 79, 92, 96) - mit Hilfe gehaltener Aufnahmen eine zuverlässige Unterscheidung zwischen einzelnen Rupturformen möglich ist. Bewertungsgrundlage waren die Standardmeßverfahren, nämlich Taluskippwinkel und Talusvorschub. Dabei wurde davon ausgegangen, daß mit der Anzahl der gerissenen Bänder auch die Werte für den Taluskippwinkel und den Talusvorschub ansteigen. Außerdem wurde bei der Röntgendiagnose noch das Ausmaß der Stabilität auf der unverletzten Seite berücksichtigt, sowie letztlich auch der Gesamteindruck der Bilder. Wenn die Aufnahmen stark verprojiziert waren (Doppelkonturen als Folge einer Verdrehung und/oder Verkippung) oder wenn von der verletzten Seite nur ein Röntgenbild in einer Ebene vorlag und die zweite Ebene fehlte, stellten wir die Diagnose unter dem Vorbehalt der eingeschränkten Beurteilbarkeit.

In Tab. 19 sind die Ergebnisse dieser Voraussage über die Anzahl der rupturierten Bänder dem tatsächlichen, im Operationsprotokoll dokumentierten Ausmaß der Läsion gegenübergestellt. Dabei wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit auf eine Betrachtung der Sonderformen (isolierte Teilrupturen des Lig. calcaneofibulare und Kombinationsverletzungen aus kompletter Ruptur des Lig. talofibulare anterius und Teilruptur des Lig. talofibulare posterius) verzichtet.

OPERATIONSBEFUND RÖNTGENDIAGNOSE		KEINE RUPTUR	RUPTUR LTFA	RUPTUR LTFA + LCF	RUPTUR ALLER BÄNDER	SUMME	
NICHT PATHOLOGISCH		0	0	1	0	1	
RUPTUR LTFA	Verdacht	2	6	5	1	14	50
	Sicher	2	9	4	0	15	
	Eingeschränkt beurteilbar	1	15	5	0	21	
RUPTUR LTFA + LCF	Verdacht	0	12	7	2	21	39
	Sicher	1	0	7	0	8	
	Eingeschränkt beurteilbar	0	6	3	1	10	
RUPTUR ALLER BÄNDER	Verdacht	0	0	3	3	6	13
	Sicher	0	0	3	1	4	
	Eingeschränkt beurteilbar	0	0	2	1	3	
BEIDS.	Sicher	0	0	1	0	1	2
PATHO- LOGISCH	Eingeschränkt beurteilbar	0	1	0	0	1	
SUMME		6	49	41	9	105	

Tab. 19: Gegenüberstellung von Operationsbefund und Röntgendiagnose (ohne Sonderformen); übereinstimmende Befunde schraffiert; n = 105

LTFA = Lig. talofibulare anterior
 LCF = Lig. calcaneofibulare
 LTFP = Lig. talofibulare posterius

Bei Betrachtung der Tabelle 19 fällt auf, daß die Häufigkeitsklassen der entsprechenden Röntgendiagnosen nur geringfügig von den tatsächlichen Inzidenzen der jeweiligen Läsionen abweichen. Außerdem wird deutlich, daß die Extreme selten verwechselt wurden: Wenn von uns röntgenologisch eine Ruptur aller drei Bänder vermutet worden war, lag nie eine isolierte Außenbandruptur vor, umgekehrt wurde bei der Röntgendiagnose "Isolierte Ruptur des Lig. talofibulare anterius" lediglich 1mal eine Ruptur aller drei Bänder gefunden. Dieser Tatsache entspricht, daß die Zuordnung der radiologischen Diagnosen zu den einzelnen Rupturformen in Tabelle 19 signifikant von einer bloßen Zufallsverteilung verschieden ist ($p = 0,003$, chi-Quadrat-Test).

Andererseits sind, wenn man die drei Untergruppen "Sichere Diagnose", "Verdacht" und "Eingeschränkte Beurteilbarkeit" zusammenfaßt, nur 30 isolierte Risse des Lig. talofibulare anterius, 17 kombinierte Risse der Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare und 5 Risse aller drei Bänder richtig diagnostiziert worden. Insgesamt ergaben sich also 52 richtig positive Diagnosen über das Ausmaß der jeweiligen Verletzung, die Sensitivität beträgt somit lediglich 50,5 %. Auch wenn nur diejenigen Fälle berücksichtigt werden, bei denen die radiologische Diagnose des Schweregrades als sicher angesehen worden ist ($n = 29$), erhöht sich dadurch die Sensitivität nur auf 58,6 %.

In insgesamt 51 Fällen (49,5 %) fanden sich intraoperativ andere Rupturformen als die nach der Auswertung der gehaltenen Röntgenaufnahmen diagnostizierten. Die Quote der falsch positiven Röntgendiagnosen über den Schweregrad der Verletzung ist damit annähernd gleich hoch wie die der richtig positiven. Auch die falsch negativen Diagnosen liegen in der gleichen Größenordnung: 48mal (46,6 %) ist ein intraoperativ vorgefundenes Verletzungsmuster röntgenologisch nicht entsprechend eingestuft worden.

4.3.2.5 Bewertung der Projektion

Bei der Anfertigung gehaltener Röntgenaufnahmen des Sprunggelenks ist eine exakt anterior-posteriore bzw. medio-laterale Einstellung nicht immer sicher zu verwirklichen, was eine nicht optimale Projektion der knöchernen Strukturen in den Röntgenbildern zur Folge haben kann. Als mögliche Ursachen hierfür seien Fehler in der Handhabung des Haltegerätes (ungenügende Fixierung des Beines, Auftreten von Drehkräften bei nicht achsengerechter Einstellung des belasteten Supports) und die Schmerzhaftigkeit der Untersuchung für den Patienten genannt.

Wir bewerteten daher bei jeder einzelnen gehaltenen Aufnahme die Projektion als "gut" (bei exakter Einstellung), als "akzeptabel" (bei geringer Fehlstellung) oder als "schlecht" (bei erheblicher Fehlstellung), um etwaige Einflüsse von Abbildungsfehlern untersuchen zu können. Die Kriterien für eine als "gut" angesehene a.p.-Aufnahme waren:

- Einsehbarkeit des zentralen tibiotalaren Gelenkspalts (keine Verkipfung in anterior-posteriorer Richtung)
- Einsehbarkeit des fibulotalaren Gelenkspalts (keine Rotation um die Unterschenkellängsachse)
- Spitze des Malleolus lateralis etwa 2 cm distal der Spitze des Malleolus medialis gelegen (keine Verkipfung nach fibular oder tibial)
- Überlagerungsfreie Darstellung von Talus und distalem Teil des Malleolus lateralis bzw. distalem Teil des Malleolus medialis (kein starker Rotationsfehler und/oder keine starke Verkipfung nach fibular oder tibial)

Die Kriterien für eine als "gut" angesehene seitliche Aufnahme waren:

- Projektion des Malleolus medialis auf den Malleolus lateralis (keine Rotation um die Unterschenkel längsachse)
- Spitze des Malleolus lateralis etwa 2 cm distal des Malleolus medialis gelegen (keine Verkipfung nach fibular oder tibial)
- Keine Doppelkonturen in der Abbildung der Talusrolle (keine Rotationsfehlstellung und/oder keine Verkipfung nach fibular oder tibial)

In Tabelle 20a und 20b sind die Bewertungen der Projektion für die a.p.-Aufnahmen bzw. für die seitlichen Aufnahmen der verletzten Seite und der Gegenseite nach ihrer Häufigkeit aufgelistet.

VERLETZTE SEITE	BEWERTUNG	GEGENSEITE
32 (29,9%)	Gut	27 (26,2%)
66 (61,7%)	Akzeptabel	63 (61,2%)
9 (8,4%)	Schlecht	13 (12,6%)

Tab. 20a: Bewertung der gehaltenen Aufnahmen in a.p.-Projektion auf der verletzten Seite (n = 107) und auf der Gegenseite (n = 103)

VERLETZTE SEITE	BEWERTUNG	GEGENSEITE
21 (20,0%)	Gut	18 (17,7%)
45 (42,9%)	Akzeptabel	52 (51,0%)
39 (37,1%)	Schlecht	32 (31,3%)

Tab. 20b: Bewertung der gehaltenen Aufnahmen in seitlicher Projektion auf der verletzten Seite (n = 105) und auf der Gegenseite (n = 102)

Das häufigere Vorkommen von als "schlecht" bewerteten Aufnahmen bei seitlicher Projektion ist sowohl für die verletzte Seite ($p < 0,001$) als auch für die Gegenseite ($p = 0,005$) signifikant (jeweils chi-Quadrat-Test). Dagegen besteht weder für die a.p.-Aufnahmen noch für die seitlichen Aufnahmen ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen der verletzten Seite und der unverletzten Seite (chi-Quadrat-Test). Vielmehr wurde die Projektion auf der Seite des Traumas und auf der Gegenseite bei den a.p.-Aufnahmen in 71 Fällen (68,9 %) und bei den seitlichen Aufnahmen in 56 Fällen (55,5 %) gleich bewertet (siehe die Tabellen 21a und 21b). Um einen möglichen Einfluß der Untersuchungstechnik aufzuzeigen, wurden die in den Tabellen 21a und 21b dargestellten Bewertungsklassen statistisch ausgewertet. Dabei ergaben sich für beide Aufnahmeebenen hoch signifikante Abweichungen von der eigentlich zu erwartenden Häufigkeitsverteilung (jeweils $p < 0,001$; chi-Quadrat-Test). Die oft identische Bewertung der Projektion auf verletzter und unverletzter Seite kann somit nicht durch einen reinen Zufallseffekt erklärt werden.

BEWERTUNG GEGENSEITE A.P. BEWERTUNG VERLETZTE SEITE A.P.	Gut	Akzeptabel	Schlecht	SUMME
Gut	21	10	1	32
Akzeptabel	6	47	9	62
Schlecht	0	6	3	9
SUMME	27	63	13	103

Tab. 21a: Gegenüberstellung der Bewertungsklassen der a.p.-Aufnahmen auf der verletzten Seite und auf der Gegenseite; n = 103

BEWERTUNG GEGENSEITE SEITLICH BEWERTUNG VERLETZTE SEITE SEITLICH	Gut	Akzeptabel	Schlecht	SUMME
Gut	8	9	2	19
Akzeptabel	7	28	10	45
Schlecht	2	15	20	37
SUMME	17	52	32	101

Tab. 21b: Gegenüberstellung der Bewertungsklassen der seitlichen Aufnahmen auf der verletzten Seite und auf der Gegenseite; n = 101

Für die beiden Meßgrößen der a.p.-Aufnahmen, Taluskippwinkel und fibulotalare Distanz, fanden wir im Mittelwertvergleich (t-Test für unabhängige Beobachtungen) keine statistisch sicher wertbaren Unterschiede zwischen den Untergruppen mit "guter", "akzeptabler" und "schlechter" Projektion, auch nicht auf der Gegenseite. Für die fibulotalare Distanz war jedoch eine Tendenz erkennbar: Sie lag auf beiden Seiten bei den als "gut" bewerteten Aufnahmen in Mittel am höchsten und war bei den als "akzeptabel" eingestuften Aufnahmen wiederum größer als bei den als "schlecht" bewerteten.

Auch für die Meßgrößen der seitlichen Aufnahmen, Talusvorschub und Schaubladenindex, ergaben sich weder auf der verletzten noch auf der unverletzten Seite im Mittelwertvergleich (t-Test für unabhängige Beobachtungen) signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Bewertungsklassen der Projektion. Dennoch war auch hier eine gewisse Tendenz zu erkennen: Sowohl auf der Seite des Traumas als auch auf der Gegenseite lagen die Maximalwerte für den Talusvorschub umso höher, je schlechter die Projektion bewertet worden war. Außerdem kamen bei schlechter Projektion die sehr hohen Meßwerte auch häufiger vor. Für den Schubladenindex fanden wir ebenfalls alle Extremwerte auf der verletzten Seite wie auf der unverletzten Seite in Bildern, die als "schlecht" eingestuft worden waren.

Für die Seitendifferenzen der 4 untersuchten Meßgrößen ließ sich in keinem Fall eine eindeutige Abhängigkeit von der Bewertung der Projektion der Aufnahmen nachweisen.

4.3.2.6 Belastung der Sprunggelenke für die Röntgenuntersuchung

In der Radiologischen Klinik im Klinikum Großhadern gilt - wie auch von anderen Autoren empfohlen (30, 36, 37, 109, 110) - als Richtwert, daß ein zu untersuchendes Sprunggelenk bei der Anfertigung der gehaltenen Röntgenaufnahmen über den Support des Haltegerätes in beiden Ebenen mit einer Kraft von 200 Newton belastet werden soll, falls der Patient dies toleriert. In den Tabellen 22a und 22b sind die in der untersuchten Patientengruppe tatsächlich angewendeten Belastungskräfte für die a.p.-Aufnahmen und die seitlichen Aufnahmen - jeweils im Seitenvergleich - aufgelistet. (Dabei wurde davon ausgegangen, daß 10 Newton näherungsweise 1 Kilopond entsprechen.)

VERLETZTE SEITE	BELASTUNG	GEGENSEITE
11 (10,4%)	150 N	8 (7,8%)
1 (0,9%)	160 N	1 (1,0%)
1 (0,9%)	170 N	1 (1,0%)
1 (0,9%)	180 N	0
1 (0,9%)	190 N	1 (1,0%)
71 (66,5%)	200 N	72 (69,8%)
1 (0,9%)	250 N	1 (1,0%)
1 (0,9%)	80 N	0
1 (0,9%)	90 N	0
4 (3,7%)	100 N	2 (1,9%)
1 (0,9%)	110 N	0
0	130 N	1 (1,0%)
13 (12,2%)	Keine Angaben	16 (15,5%)

Tab. 22a: Belastung der Sprunggelenke für die gehaltenen Röntgenaufnahmen in a.p.-Projektion auf der verletzten Seite (n = 107) und auf der Gegenseite (n = 103)

VERLETZTE SEITE	BELASTUNG	GEGENSEITE
3 (2,9%)	150 N	3 (2,9%)
1 (1,0%)	190 N	1 (1,0%)
84 (80,0%)	200 N	82 (80,4%)
2 (1,9%)	250 N	2 (1,9%)
1 (1,0%)	280 N	0
14 (13,2%)	Keine Angaben	14 (13,8%)

Tab. 22b: Belastung der Sprunggelenke für die gehaltenen Röntgenaufnahmen in seitlicher Projektion auf der verletzten Seite (n = 105) und auf der Gegenseite (n = 102)

Die eigentlich angestrebte Belastung von 200 N wurde auf der verletzten Seite bei den a.p.-Aufnahmen in 71 Fällen erreicht, bei den seitlichen Aufnahmen hingegen in 84 Fällen. Der Unterschied zwischen diesen beiden Fallzahlen ist nicht signifikant. Allerdings fällt auf, daß auf der Seite des Traumas für die gehaltenen Aufnahmen in seitlicher Projektion immer eine Belastung von mindestens 150 N erreicht werden konnte, während für die gehaltenen Aufnahmen in a.p.-Projektion 7 Patienten nur eine Belastung von weniger als 150 N tolerierten (statistisch signifikant: $p = 0,008$, chi-Quadrat-Test). Die Mittelwerte des Taluskipwinkels und der fibulotarsalen Distanz waren für die Gruppe mit einer Belastung unter 150 N kleiner als die entsprechenden Mittelwerte für die Gruppe mit einer Belastung von 150 N oder darüber. Dieser Unterschied auf der verletzten Seite ist jedoch nicht signifikant (t-Test für unabhängige Beobachtungen). Dagegen ist auf der Gegenseite der Unterschied zwischen den Mittelwerten

für den Taluskippwinkel bei den Fällen mit einer Belastung unter 150 N ($\bar{x} = 0,5^\circ$) und den Fällen mit einer Belastung von 150 N oder darüber ($\bar{x} = 3,5^\circ$) hoch signifikant ($p < 0,0001$; t-Test für unabhängige Beobachtungen); jedoch ist die Fallzahl mit niedriger Belastung auf der Gegenseite sehr gering ($n = 4$). (Den soeben dargestellten Mittelwertvergleichen lagen ausnahmsweise die Werte der Erstuntersuchungen zugrunde, auch wenn später in einer Zweituntersuchung eine höhere Belastung erreicht werden konnte.)

Im Seitenvergleich fanden wir bei den 103 Fällen mit beidseits vorhandenen a.p.-Aufnahmen 79mal (76,6 %) eine identische Belastung, 12mal (11,7 %) seitendifferente Belastungen (7mal Gegenseite höher, 4mal fehlende Angaben auf der Gegenseite, 1mal fehlende Angaben auf der verletzten Seite) und 12mal (11,7 %) auf beiden Seiten keine Angaben über die Belastung. In den Fällen mit seitengleicher Belastung war eine Tendenz zu größeren Meßwerten für die Seitenunterschiede von Taluskippwinkel und fibulotalarer Distanz erkennbar im Vergleich zu den Fällen mit seitendifferenzierter Belastung, bei allerdings geringer Fallzahl in der letzteren Gruppe ($n = 7$). In den 101 Fällen mit beidseits vorhandenen seitlichen Aufnahmen fanden wir im Seitenvergleich 85mal (84,1 %) identische Belastungen, je 2mal (2,0 %) auf der verletzten Seite und auf der unverletzten Seite fehlende Angaben über die Belastung und 12mal (11,9 %) beidseits keine Angaben über die angewendeten Belastungskräfte. Ein Vergleich der Seitendifferenzen bei seitengleicher und unterschiedlicher Belastung übrigt sich somit.

Bei der Untersuchung der Beziehung zwischen Belastungstoleranz und dem Intervall, das zwischen dem Trauma und der Anfertigung gehaltener Aufnahmen gelegen hat, ergaben sich folgende Ergebnisse: Von den insgesamt 64 a.p.-Aufnahmen, die am Tag des Traumas selbst oder an den beiden darauffolgenden Tagen angefertigt worden sind, wurden 39 (60,9 %) bei der angestrebten Belastung von 200 N und 7 (10,9 %) bei einer Belastung von weniger als 150 N gemacht (allerdings wurde in 2 dieser 7 Fälle später eine Zweituntersuchung mit 200 N durchgeführt; siehe Abschnitt 4.3.2.8). Bei allen zu einem

späteren Zeitpunkt angefertigten Aufnahmen in a.p.-Projektion (n = 43) wurden 32mal (74,4 %) 200 N toleriert und 2mal (4,7 %) weniger als 150 N . Die Verteilung der Fälle mit niedriger und eigentlich angestrebter Belastung auf diese beiden Gruppen ist nicht signifikant unterschiedlich (chi-Quadrat-Test). Für die gehaltenen Aufnahmen in seitlicher Projektion ist eine derartige Gegenüberstellung nicht erforderlich, da in jedem Fall mindestens eine Belastung von 150 N erreicht werden konnte.

4.3.2.7 Höhe des Supports

Um ein reproduzierbares Maß für den Abstand des belasteten Supports des Haltegerätes vom Sprunggelenk zu erhalten, wurde - wie in Abbildung 11 dargestellt (siehe Anhang) - auf sämtlichen gehaltenen Aufnahmen eine Parallele zur Längsachse der distalen Tibia durch die Spitze des Innenknöchels gelegt und anschließend von der Unterkante des Supports aus eine Linie senkrecht zu dieser Parallelen eingezeichnet. Gemessen wurde die Entfernung vom Schnittpunkt dieser beiden Linien bis zur Spitze des Innenknöchels (in Millimeter). Die Tabellen 23a und 23b zeigen die Ergebnisse dieser Messungen für die a.p.- und die seitlichen Aufnahmen der verletzten und der unverletzten Seite, jeweils klassifiziert in Zehn-Millimeter-Schritten.

VERLETZTE SEITE	ABSTAND SUPPORT/ INNENKNÖCHELSPITZE	GEGENSEITE
9 (8,4%)	Negativ	3 (2,9%)
14 (13,1%)	0 mm - 9 mm	11 (10,7%)
25 (23,4%)	10 mm - 19 mm	28 (27,2%)
25 (23,4%)	20 mm - 29 mm	25 (24,3%)
20 (18,7%)	30 mm - 39 mm	22 (21,4%)
7 (6,5%)	40 mm - 49 mm	9 (8,7%)
3 (2,8%)	über 50 mm	2 (1,9%)
4 (3,7%)	Nicht meßbar	3 (2,9%)

Tab. 23a: Abstand der Unterkante des Supports von der Spitze des Innenknöchels für die gehaltenen Aufnahmen in a.p.-Projektion auf der verletzten Seite (n = 107) und auf der Gegenseite (n = 103)

VERLETZTE SEITE	ABSTAND SUPPORT/ INNENKNÖCHELSPITZE	GEGENSEITE
4 (3,8%)	Negativ	7 (6,8%)
10 (9,5%)	0 mm - 9 mm	14 (13,7%)
24 (22,9%)	10 mm - 19 mm	23 (22,6%)
23 (21,9%)	20 mm - 29 mm	21 (20,6%)
26 (24,8%)	30 mm - 39 mm	24 (23,5%)
11 (10,5%)	40 mm - 49 mm	11 (10,8%)
2 (1,9%)	50 mm - 59 mm	2 (2,0%)
4 (3,8%)	über 60 mm	0
1 (0,9%)	Nicht meßbar	0

Tab. 23b: Abstand der Unterkante des Supports von der Spitze des Innenknöchels für die gehaltenen Aufnahmen in seitlicher Projektion auf der verletzten Seite (n = 105) und auf der Gegenseite (n = 102)

In Tabelle 24 sind die höchsten und die niedrigsten Werte für den Abstand des Supports von der Innenknöchelspitze sowie die Mittelwerte und die Standardabweichungen (jeweils gerundet auf 0,5 mm) für beide Projektionsebenen auf der Seite des Traumas und auf der Gegenseite aufgeführt.

HÖHE DES SUPPORTS	VERLETZTE SEITE		GEGENSEITE	
	A.p.	Seitlich	A.p.	Seitlich
Minimum	-16 mm	-15 mm	-11 mm	-7 mm
Maximum	53 mm	68 mm	61 mm	55 mm
Mittelwert $\bar{x}$	20,5 mm	25,5 mm	23,0 mm	22,5 mm
Standardabweichung s	12,5 mm	14,5 mm	12,5 mm	13,0 mm

Tab. 24: Höchster und niedrigster Abstand des Supports von der Innenknöchelspitze sowie Mittelwert $\bar{x}$ mit Standardabweichung s für beide Projektionsebenen auf der verletzten und auf der unverletzten Seite

Im Seitenvergleich der entsprechenden Projektionsebenen ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen verletzter Seite und Gegenseite hinsichtlich der Höhe des Supports. Auf der Seite des Traumas jedoch lag der Support in den seitlichen Aufnahmen signifikant höher als in den a.p.-Aufnahmen ($p < 0,01$; t-Test für abhängige Beobachtungen). Auf der Gegenseite ließ sich ein derartiger Zusammenhang nicht nachweisen.

Um einen möglichen Einfluß der Höhe des Supports auf die Meßgrößen für die Instabilität von Sprunggelenken untersuchen zu können, wurde der Abstand Unterkante Support - Innenknöchelspitze in 3 Klassen eingeteilt, nämlich "Niedrig" (negative Werte und 0 mm bis 9 mm), "Mittel" (10 mm bis 39 mm) und "Hoch" (40 mm und darüber). Für die Meßgrößen der a.p.-Aufnahmen, Taluskippwinkel und fibulotalare Distanz, fanden wir weder auf der Seite des Traumas noch auf der Gegenseite statistisch wertbare Unterschiede zwischen diesen 3 Klassen. Für die Meßgrößen der seitlichen Aufnahmen, Talusvorschub und Schubladenindex, ergaben sich auf der unverletzten Seite keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fällen mit

niedrigem, normal hohen und sehr hohem Support, ebensowenig für den Schubladenindex auf der Seite der Verletzung. Für den Talusvorschub auf der verletzten Seite allerdings war die Häufung von niedrigen Meßwerten bei tief sitzendem Support und von hohen Meßwerten bei hoch sitzendem Support, wie sie in Tabelle 25 dargestellt ist, statistisch auffällig ($p = 0,02$; chi-Quadrat-Test).

SUPPORT TALUSVORSCHUB	Niedrig (-15 mm - 9 mm)	Hoch (40 mm - 68 mm)	SUMME
Niedrig (3 mm - 7 mm)	10	5	15
Hoch (8 mm - 15 mm)	4	12	16
SUMME	14	17	31

Tab. 25: Gegenüberstellung von Fällen mit hohem und niedrigem Talusvorschub und Fällen mit hohem und niedrigem Support in den seitlichen Aufnahmen der verletzten Seite ($n = 31$)

Für die einzelnen Bewertungsklassen der Projektionstechnik ("gut", "akzeptabel" oder "schlecht", siehe Abschnitt 4.3.2.5) konnten wir in keiner der beiden Ebenen, weder auf der Seite der Kapselbandläsion noch auf der Gegenseite, irgendwelche statistisch aussagekräftigen Unterschiede hinsichtlich der Höhe des Supports nachweisen.

4.3.2.8 Fälle mit Zweituntersuchung

Für 4 Patienten sind zur präoperativen Diagnostik einige oder sämtliche gehaltenen Aufnahmen ein zweites Mal durchgeführt worden, um unter veränderten Bedingungen (längerer Abstand zum Trauma, höhere Belastung) das Ausmaß der Instabilität am fibularen Kapselbandapparat genauer bestimmen zu können. Die wichtigsten Daten dieser 4 Patienten sind in Tabelle 26 aufgeführt (siehe folgende Seite).

Bei Betrachtung der Meßwerte für diejenigen Patienten mit teilweiser oder vollständiger Zweituntersuchung zeigt sich trotz geringer Fallzahl die Tendenz, daß sowohl für die Meßgrößen der a.p.-Aufnahmen als auch für die Meßgrößen der seitlichen Aufnahmen niedrige Werte trotz schwerwiegender Verletzungsmuster vorkommen können. Denn bei allen 4 Patienten fand sich bei der operativen Revision mindestens eine Beteiligung von 2 Bändern.

In den beiden Fällen, in denen auch die gehaltenen Aufnahmen der unverletzten Seite wiederholt worden sind (1mal mit gleicher, 1mal mit höherer Belastung), wurden - mit sehr geringen Abweichungen - die Ergebnisse der ersten Untersuchung bestätigt.

PATIENTENDATEN		42 J., m.		22 J., m.		22 J., w.		16 J., m.	
UNTERSUCHUNG		1.US	2.US	1.US	2.US	1.US	2.US	1.US	2.US
ABSTAND ZUM TRAUMA		0 d	5 d	1 d	3 d	14 d	14 d	0 d	5 d
VERLETZTE SEITE A.P.	Winkel	9°	15°	7°	14°	4°	6°	4°	27°
	FTD	10mm	12mm	16mm	14mm	8mm	n.m.	11mm	14mm
	Belastung	100N	200N	200N	200N	100N	200N	200N	200N
	Projektion	+-	+-	+-	+-	+-	+-	+-	+-
VERLETZTE SEITE SEITLICH	Vorschub	3mm	7mm	5mm		7mm	11mm	8mm	7mm
	Index	61	147	83	F E H L T	200	281	108	171
	Belastung	150N	200N	200N		150N	200N	200N	200N
	Projektion	--	+-	++		+-	--	++	+-
UNVERLETZTE SEITE A.P.	Winkel	1°	3°	0°		2°		1°	1°
	FTD	8mm	8mm	9mm	F E H L T	6mm	F E H L T	7mm	7mm
	Belastung	100N	200N	200N		200N		200N	200N
	Projektion	+-	+-	+-		+-		+-	+-
UNVERLETZTE SEITE SEITLICH	Vorschub	7mm	6mm	6mm	F E H L T	F E H L T	F E H L T	3mm	5mm
	Index	152	152	111				63	84
	Belastung	150N	200N	200N				200N	200N
	Projektion	++	+-	++				+-	+-
RUPTURIERTE BÄNDER		LTFA+LCF+ LTFP(Teil)		LTFA + LCF(Teil)		LTFA+LCF		LTFA+LCF	

Tab. 26: Wichtigste Daten der 4 Patienten mit Zweituntersuchungen

FTD = Fibulotalare Distanz; n.m. = nicht meßbar

Projektion: ++ = "Gut"; +- = "Akzeptabel";
-- = "Schlecht"

LTFA = Lig. talofibulare anterius
LCF = Lig. calcaneofibulare
LTFP = Lig. talofibulare posterius

m. = männlich; w. = weiblich

4.3.2.9 Fälle ohne Bandruptur

In 6 Fällen der von uns untersuchten Gruppe bestätigte sich die in Zusammenschau von Röntgendiagnostik und klinischem Befund gestellte Diagnose eines Bänderrisses bei der operativen Revision des Kapselbandapparates am Außenknöchel nicht (siehe Tabelle 6, S. 23). Tabelle 27 zeigt die wichtigsten Daten dieser 6 Patienten (siehe folgende Seite).

Bei 4 der 6 Patienten ohne frische Bandruptur ist anlässlich der Operation Narbengewebe als Hinweis auf frühere Sprunggelenkstraumen beschrieben worden (44,4 % aller Fälle mit Narbengewebe; vergleiche Tabelle 7, S. 24), aber nur ein einziger Patient hatte anamnestisch über alte Umknicktraumen berichtet und bot auch radiologisch Zeichen einer alten Verletzung.

Die statistischen Basisgrößen (kleinster Wert, größter Wert, Mittelwert bzw. Median und Standardabweichung) von Taluskippwinkel, fibulotalarer Distanz, Talusvorschub und Schubladenindex für die Gruppe ohne Bänderriß finden sich in den Tabellen 18a und 18b, S. 46 f. Im Mittelwertvergleich mit dem Rest des untersuchten Patientenkollektivs, also der Gesamtheit aller Fälle mit Ruptur eines oder mehrerer Bänder, fanden wir für die Absolutwerte der 4 untersuchten Meßmethoden keine statistisch aussagefähigen Unterschiede (jeweils t-Test für unabhängige Beobachtungen). Allerdings fällt dennoch auf, daß der Mittelwert für den Talusvorschub und für den Schubladenindex bei den Fällen ohne frische Ruptur ($\bar{x} = 10,0$ mm bzw. 225) höher liegt als bei den Fällen mit Ruptur insgesamt ($\bar{x} = 8,5$ mm bzw. 202).

Nur für die Seitendifferenzen des Taluskippwinkels zeigte der Mittelwertvergleich deutliche Unterschiede: Die Gruppe ohne frische Bandruptur hatte hier im Mittel ($\bar{x} = 4,5^\circ$) hoch signifikant niedrigere Werte als alle Fälle mit Ruptur insgesamt betrachtet ($\bar{x} = 10,5^\circ$; $p < 0,001$, t-Test für unabhängige Beobachtungen). Für die übrigen Seitendifferenzmessungen (fibulotalare Distanz, Talusvorschub, Schubladenindex) ergaben sich keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den beiden Untergruppen.

PATIENTENDATEN		22J,m.*	34J,w.	13J,m.**	21J,m.	53J,m.	47J,m.
ABSTAND TRAUMA/RÖNTGEN		0 d	4 d	5 d	4 d	1 d	Unklar
VERLETZTE SEITE A.P.	Winkel	20°	9°	7°	7°	5°	7°
	FTD	16mm	n.m.	10mm	9mm	6mm	11mm
	Projektion	++	--	+-	+-	++	+-
VERLETZTE SEITE SEITLICH	Vorschub	8mm	10mm	10mm	12mm	9mm	10mm
	Index	161	235	276	313	125	242
	Projektion	+-	--	+-	+-	--	+-
GEGENSEITE A.P.	Winkel	13°	3°	3°	1°	3°	4°
	FTD	12mm	n.m.	7mm	n.m.	5mm	10mm
	Projektion	++	+-	+-	+-	++	+-
GEGENSEITE SEITLICH	Vorschub	8mm	8mm	5mm	9mm	3mm	7mm
	Index	129	219	100	188	27	143
	Projektion	+-	+-	--	--	+-	--
NARBENGeweBE		ja	nein	nein	ja	ja	ja

* Anamnese: Alte Unknicktraumen beidseits

Röntgen: Knöchelchen in Talusnähe tibialseitig auf der verletzten Seite und alter knöcherner Ausriß auf der Gegenseite

** nur Belastung mit 150 N in allen 4 Aufnahmen

Tab. 27: Wichtigste Daten der 6 Patienten ohne Bandruptur

FTD = Fibulotalare Distanz; n.m. = Nicht meßbar

Projektion: ++ = "Gut"; +- = "Akzeptabel";
-- = "Schlecht"

m. = männlich; w. = weiblich

4.3.2.10 Normalkollektive

Nicht jeder auf der unverletzten Gegenseite erhobene Meßwert kann als Normalwert angesehen werden. Um für jede Meßgröße ein Normalkollektiv zu erhalten, wurden aus der Gesamtmenge aller Werte auf der unverletzten Seite sämtliche Fälle mit

- einer Belastung unter 150 N oder nicht angegebener Belastung
- als "schlecht" bewerteter Projektion
- Hinweisen auf eine Vorschädigung in der Anamnese (siehe Tabelle 4, S. 21) und/oder im Röntgenbild (siehe Tabelle 52, S. 108)

ausgeschlossen. Die Verteilung der Meßwerte sowie einige statistische Größen dieses Normalkollektivs zeigen die Tabelle 28 für den Taluskippwinkel, die Tabelle 29 für die fibulotalare Distanz, die Tabelle 30 für den Talusvorschub (beide Meßmethoden) und die Tabelle 31 für den Schubladenindex. Um zu veranschaulichen, wie hoch der Prozentsatz aus der Gruppe der Normalwerte ist, der unterhalb eines bestimmten Meßwertes liegt, wurden jeweils auch die Prozentsummen angegeben.

TALUSKIPPWINKEL	ANZAHL DER PATIENTEN	PROZENTSUMME
0°	13 (20,0 %)	20,0 %
1°	11 (17,0 %)	37,0 %
2°	7 (10,8 %)	47,8 %
3°	11 (17,0 %)	64,8 %
4°	14 (21,5 %)	86,3 %
5°	2 (3,1 %)	89,4 %
6°	1 (1,5 %)	90,9 %
7°	1 (1,5 %)	92,4 %
9°	1 (1,5 %)	93,9 %
10°	2 (3,1 %)	97,0 %
11°	1 (1,5 %)	98,5 %
12°	1 (1,5 %)	100,0 %

Median $\tilde{x}$	3°
Standardabweichung s	---
95er Perzentile	10°

Tab. 28: Normalwerte des Taluskippwinkels; n = 65

FIBULOTALARE DISTANZ	ANZAHL DER PATIENTEN	PROZENTSUMME
2 mm	1 (1,7 %)	1,7 %
3 mm	1 (1,7 %)	3,3 %
4 mm	3 (5,0 %)	8,3 %
5 mm	5 (8,3 %)	16,7 %
6 mm	6 (10,0 %)	26,7 %
7 mm	13 (21,7 %)	48,3 %
8 mm	7 (11,7 %)	60,0 %
9 mm	11 (18,3 %)	78,3 %
10 mm	9 (15,0 %)	93,3 %
11 mm	2 (3,3 %)	96,7 %
12 mm	1 (1,7 %)	98,3 %
15 mm	1 (1,7 %)	100,0 %

Mittelwert $\bar{x}$	7,5 mm
Median $\tilde{x}$	8 mm
Standardabweichung s	2,5 mm
95er Perzentile	11 mm

Tab. 29: Normalwerte der fibulotalaren Distanz; n = 60

Der Unterschied zwischen der Anzahl der Fälle im Normalkollektiv für den Taluskippwinkel (n = 65) und für die fibulo-

talare Distanz (n = 60) beruht darauf, daß die Messung der fibulotalaren Distanz in dieser Gruppe 5mal nicht möglich gewesen ist.

TALUSVORSCHUB (METHODE A)		MESSWERTE	TALUSVORSCHUB (METHODE B)	
Patienten	Prozentsumme		Patienten	Prozentsumme
6 (10,3%)	10,3 %	3 mm	4 (6,9%)	6,9 %
10 (17,2%)	27,5 %	4 mm	10 (17,2%)	24,1 %
8 (13,8%)	41,3 %	5 mm	9 (15,6%)	39,7 %
12 (20,7%)	62,0 %	6 mm	8 (13,8%)	53,5 %
14 (24,1%)	86,1 %	7 mm	12 (20,7%)	74,2 %
7 (12,2%)	98,3 %	8 mm	13 (22,4%)	96,6 %
1 (1,7%)	100,0 %	9 mm	2 (3,4%)	100,0 %
5,5 mm	Mittelwert $\bar{x}$		6,0 mm	
5 mm	Median $\tilde{x}$		6 mm	
1,5 mm	Standardabweichung s		1,5 mm	
8 mm	95er Perzentile		8 mm	

Tab. 30: Normalwerte des Talusvorschubs für beide Meßmethoden (Messung zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle, Methode A, bzw. Messung in Richtung auf die Mitte des Talus, Methode B); n = 58

SCHUBLADENINDEX	ANZAHL DER PATIENTEN	PROZENTSUMME
unter 90	27 (46,6 %)	46,6 %
90 - 150	20 (43,5 %)	81,1 %
150 - 200	6 (10,3 %)	91,4 %
über 200	5 (8,6 %)	100,0 %

Minimum	23
Maximum	222
Mittelwert $\bar{x}$	107
Median $\tilde{x}$	98
Standardabweichung s	51
95er Perzentile	219

Tab. 31: Normalwerte des Schubladenindex; n = 58

4.3.2.11 Ergebnisse der einzelnen Meßmethoden, der Größe nach zusammengefaßt

Basierend auf den Ergebnissen für das Normalkollektiv (vergleiche die Tabellen 28 bis 31 im vorigen Abschnitt) und auf den Maximalwerten in der Patientengruppe ohne Bandruptur (vergleiche Tabelle 27, S. 68), wurden sämtliche Werte der einzelnen Meßmethoden für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur der Größe nach in Gruppen zusammengefaßt. Diese Gruppierungen sind - jeweils im Vergleich zum Normalkollektiv der unverletzten Gegenseite - für den Taluskippwinkel in Tabelle 32 dargestellt, für die fibulotalare Distanz in Tabelle 33 und für den Talusvorschub in Tabelle 34. Tabelle 35 bietet eine Neuklassifikation für den Schubladenindex (vergleiche hierzu Tabelle 11, S. 32), ebenfalls im Vergleich zum Normalkollektiv.

FÄLLE MIT RUPTUR	TALUSKIPPWINKEL	NORMALKOLLEKTIV
5 (5,0 %)	0° - 4°	56 (86,3 %)
23 (22,8 %)	5° - 9°	5 (7,6 %)
57 (56,4 %)	10° - 20°	4 (6,1 %)
16 (15,8 %)	über 20°	0

Tab. 32: Meßwerte des Taluskippwinkels (klassifiziert) für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur (n = 101) und für das Normalkollektiv (n = 65)

FÄLLE MIT RUPTUR	FIBULOTALARE DISTANZ	NORMALKOLLEKTIV
17 (18,3 %)	2 mm - 7 mm	29 (48,3 %)
23 (24,7 %)	8 mm - 10 mm	27 (45,0 %)
53 (57,0 %)	über 10 mm	4 (6,7 %)
8	Nicht meßbar	5

Tab. 33: Meßwerte der fibulotalaren Distanz (klassifiziert) für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur (n = 101) und für das Normalkollektiv (n = 65). (Die Prozentzahlen beziehen sich jeweils auf die Anzahl der Fälle, in denen die fibulotalare Distanz meßbar war.)

FÄLLE MIT RUPTUR	TALUSVORSCHUB	NORMALKOLLEKTIV
38 (38,4 %)	2 mm - 7 mm	50 (86,1 %)
37 (37,4 %)	8 mm - 10 mm	8 (13,9 %)
24 (24,2 %)	über 10 mm	0

Tab. 34: Meßwerte des Talusvorschubs (klassifiziert) für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur (n = 99) und für das Normalkollektiv (n = 58)

FÄLLE MIT RUPTUR	SCHUBLADENINDEX	NORMALKOLLEKTIV
29 (29,3 %)	unter 140	46 (79,3 %)
27 (27,3 %)	140 - 210	8 (13,8 %)
25 (25,2 %)	210 - 280	4 (6,9 %)
18 (18,2 %)	über 280	0

Tab. 35: Meßwerte des Schubladenindex (neu klassifiziert) für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur (n = 99) und für das Normalkollektiv (n = 58)

Auch die Seitendifferenzen zwischen verletzter und unverletzter Seite der einzelnen Meßwerte wurden für die Fälle mit operativ nachgewiesener Bandruptur der Größe nach in Gruppen zusammengefaßt. Die Seitendifferenzen für den Taluskippwinkel sind in Tabelle 36 klassifiziert, für die fibulotalare Distanz in Tabelle 37 und für den Talusvorschub in Tabelle 38. Eine Neuklassifikation der Seitendifferenzen des Schubladenindex zeigt Tabelle 39 (vergleiche hierzu Tabelle 13, S. 37).

SEITENDIFFERENZ TALUSKIPPWINKEL	ANZAHL DER PATIENTEN
$\leq 0^\circ$	4 (4,1 %)
$1^\circ - 3^\circ$	11 (11,4 %)
$4^\circ - 6^\circ$	6 (6,2 %)
$7^\circ - 10^\circ$	36 (37,1 %)
über 10°	40 (41,2 %)

Tab. 36: Seitendifferenzen des Taluskippwinkels (klassifiziert) für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur (n = 97)

SEITENDIFFERENZ FIBULOTALARE DISTANZ	ANZAHL DER PATIENTEN
≤ 0 mm	16 (18,8 %)
1 mm - 3 mm	23 (27,1 %)
4 mm - 6 mm	33 (38,8 %)
7 mm - 11 mm	13 (15,3 %)
Nicht meßbar	12

Tab. 37: Seitendifferenzen der fibulotalaren Distanz (klassifiziert) für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur (n = 97). (Die Prozentzahlen beziehen sich auf die Fälle mit beidseits meßbarer fibulotalarer Distanz.)

SEITENDIFFERENZ TALUSVORSCHUB	ANZAHL DER PATIENTEN
≤ 0 mm	22 (23,2 %)
1 mm - 3 mm	35 (36,8 %)
4 mm - 5 mm	26 (27,4 %)
6 mm - 8 mm	12 (12,6 %)

Tab. 38: Seitendifferenzen des Talusvorschubs (klassifiziert) für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur (n = 95)

SEITENDIFFERENZ SCHUBLADENINDEX	ANZAHL DER PATIENTEN
≤ 0	19 (20,0 %)
1 - 75	23 (24,2 %)
75 - 125	27 (28,4 %)
125 - 175	17 (17,9 %)
über 175	9 (9,5 %)

Tab. 39: Seitendifferenzen des Schubladenindex (neu klassifiziert) für die Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur (n = 95)

4.3.2.12 Gegenüberstellung einzelner Meßmethoden

Um zu veranschaulichen, ob die 4 untersuchten Meßmethoden weitgehend gleiche Aussagen liefern oder sich auch gegenseitig ergänzen können, wurden die der Größe nach gruppierten Meßwerte einander gegenübergestellt. Dies ist exemplarisch in Tabelle 40 für die Meßgrößen der a.p.-Aufnahmen, Taluskippwinkel und fibulotalare Distanz, gezeigt, in Tabelle 41 für die Meßgrößen der seitlichen Aufnahmen, Talusvorschub und Schubladenindex, und in Tabelle 42 für die beiden Standardmeßverfahren, nämlich Taluskippwinkel und Talusvorschub.

FIBULOTALARE DISTANZ	2 mm - 7 mm	8 mm - 10 mm	über 10 mm	Nicht meßbar	SUMME
TALUSKIPPWINKEL					
1° - 4°	2	2	1	0	5
5° - 9°	3	3	15	2	23
10° - 20°	9	11	32	5	57
über 20°	3	7	5	1	16
SUMME	17	23	53	8	101

Tab. 40: Gegenüberstellung der Ergebnisse für die Meßgrößen der a.p.-Aufnahmen: Taluskippwinkel und fibulotalare Distanz (nur Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur; n = 101)

TALUSVORSCHUB SCHUBLADENINDEX	3 mm - 7 mm	8 mm - 10 mm	über 10 mm	SUMME
unter 140	26	3	0	29
140 - 210	11	12	4	27
210 - 280	0	18	7	25
über 280	1	4	13	18
SUMME	38	37	24	99

Tab. 41: Gegenüberstellung der Ergebnisse für die Meßgrößen der seitlichen Aufnahmen: Talusvorschub und Schubladenindex (nur Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur; n = 99)

TALUSVORSCHUB TALUSKIPPWINKEL	3 mm - 7 mm	8 mm - 10 mm	über 10 mm	SUMME
1° - 4°	1	2	2	5
5° - 9°	5	9	5	19
10° - 20°	23	19	14	56
über 20°	8	5	3	16
SUMME	37	35	24	96

Tab. 42: Gegenüberstellung der Ergebnisse für die beiden Standardmeßverfahren: Taluskippwinkel und Talusvorschub (nur Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur; n = 96)

Außerdem wurde als statistisches Maß für den wechselseitigen Zusammenhang zwischen zwei Meßgrößen der jeweilige Korrelationskoeffizient ermittelt. Dabei zeigte sich zwischen den Ergebnissen für den Talusvorschub und den Ergebnissen für den Schubladenindex ein hoch signifikanter Zusammenhang (Korrelationskoeffizient $r = 0,857$; $p < 0,001$), d. h. bei hohen Werten für den Talusvorschub ergaben sich in der Regel auch hohe Werte für den Schubladenindex und niedrigen Meßwerten der einen Methode entsprachen in der Regel auch niedrige Meßwerte der anderen Methode. Für die 5 anderen Kombinationsmöglichkeiten ließ sich ein derartiger Zusammenhang nicht nachweisen, die jeweiligen Korrelationskoeffizienten lieferten keine signifikanten Ergebnisse.

4.3.3 Prüfung der Objektivität

Eine Meßmethode bzw. ein Test sind dann objektiv, wenn sie nicht von der Person des Untersuchers abhängen. Eine hohe Objektivität bedeutet, daß verschiedene Untersucher bei der Anwendung einer Untersuchungstechnik auf dasselbe Ausgangsmaterial in einem großen Prozentsatz zu identischen Ergebnissen kommen. Die Objektivität ist somit ein Maß für die interindividuelle Variabilität der Untersuchenden (83).

Zur Objektivitätsprüfung wurden die präoperativen Röntgenbefunde der gehaltenen Aufnahmen, die von verschiedenen Ärzten während des klinischen Routinebetriebs erstellt worden waren, ausgewertet und deren zusammenfassende Röntgendiagnosen sowie - falls vorhanden - Meßwerte mit unseren Ergebnissen verglichen.

4.3.3.1 Röntgendiagnosen über die Anzahl der gerissenen Bänder

In den präoperativen Röntgenbefunden sind in 77 Fällen (70,0 %) keine Angaben über die Anzahl der beteiligten Bänder gemacht worden. Es wurde lediglich die allgemeine Diagnose einer Bandruptur am Außenknöchel gestellt ($n = 55$), ein entsprechender Verdacht geäußert ($n = 18$) oder die gehaltenen Aufnahmen beidseits als pathologisch eingestuft ($n = 4$). 3mal (2,7 %) war der ursprüngliche radiologische Befund nicht mehr auffindbar. Somit bleiben als Vergleichsgruppe zum Zweck der Objektivitätsprüfung lediglich 30 Fälle (27,3 %), in denen auch präoperativ die Verletzungen bestimmten Bandstrukturen zugeordnet worden sind ($n = 27$) bzw. das Ergebnis der gehaltenen Röntgenaufnahmen als nicht pathologisch angesehen worden ist ($n = 3$).

Beim Vergleich der präoperativen Diagnosen über die Anzahl der gerissenen Bänder mit den bei der Zweitauswertung für diese Studie ohne Kenntnis des Operationsprotokolls gestellten Diagnosen (vergleiche hierzu Tabelle 19, S. 49) ergab sich in 16 Fällen (53,3 %) eine Übereinstimmung, wenn die als

sicher angesehenen Diagnosen einer bestimmten Rupturform und die Diagnosen mit nur einem entsprechenden Verdacht zu einer Gruppe zusammengefaßt wurden. Bei gesonderter Betrachtung von sicheren Diagnosen und bloßem Verdacht auf den jeweiligen Verletzungstyp fand sich nur noch in 11 Fällen (36,7 %) eine Übereinstimmung zwischen präoperativem und retrospektivem Befund.

4.3.3.2 Meßwerte

Eine Objektivitätsprüfung war nur für den Taluskippwinkel und den Talusvorschub möglich, da dies die beiden Standardmeßgrößen für den klinischen Alltag sind. In den präoperativen Röntgenbefunden wurden insgesamt 34mal Meßwerte aufgeführt, und zwar auf der verletzten Seite 30mal für a.p.-Aufnahmen und 17mal für seitliche Aufnahmen (statistisch auffälliger Unterschied: $p = 0,05$; chi-Quadrat-Test) sowie auf der Gegenseite je 10mal für beide Projektionsebenen. Nur in 4 Fällen waren beide Meßwerte sowohl auf der Seite des Traumas als auch auf der unverletzten Seite angegeben.

Tabelle 43 zeigt die Differenzen zwischen den von uns gemessenen und den im ursprünglichen Röntgenbefund ermittelten Werten für den Taluskippwinkel. Ein negativer Wert in Tabelle 43 bedeutet dabei, daß der Meßwert für den Taluskippwinkel im damaligen Röntgenbefund größer war als in unserer Untersuchung; umgekehrt bedeutet ein positiver Wert, daß wir einen größeren als den präoperativ angegebenen Meßwert für den Taluskippwinkel gefunden haben. Entsprechend sind in den Tabellen 44a und 44b die Differenzen zwischen den von uns ermittelten und den im ursprünglichen Röntgenbefund aufgeführten Ergebnissen für den Talusvorschub aufgelistet. (Die Abweichungen wurden für beide Meßtechniken des Talusvorschubs bestimmt.)

VERLETZTE SEITE	TALUSKIPPWINKEL: UNTERSCHIED NEU/ALT	GEGENSEITE
1 (3,3%)	-6°	0
1 (3,3%)	-4°	1 (10,0%)
2 (6,7%)	-2°	1 (10,0%)
5 (16,7%)	-1°	2 (20,0%)
8 (26,7%)	0°	2 (20,0%)
6 (20,0%)	1°	3 (30,0%)
2 (6,7%)	2°	0
1 (3,3%)	3°	0
2 (6,7%)	4°	0
1 (3,3%)	5°	1 (10,0%)
1 (3,3%)	6°	0

Tab. 43: Unterschiede in der Bestimmung des Taluskippwinkels zwischen der vorliegenden Untersuchung ("Neu") und dem ursprünglichen Röntgenbefund ("Alt") auf der verletzten Seite (n = 30) und auf der Gegenseite (n = 10)

VERLETZTE SEITE	TALUSVORSCHUB A: UNTERSCHIED NEU/ALT	GEGENSEITE
1 (5,9%)	-2 mm	0
1 (5,9%)	-1 mm	0
9 (52,9%)	0 mm	6 (60,0%)
5 (29,4%)	1 mm	3 (30,0%)
1 (5,9%)	2 mm	0
0	4 mm	1 (10,0%)

Tab. 44a: Unterschiede in der Bestimmung des Talusvorschubs zwischen der vorliegenden Untersuchung ("Neu"; Methode A: Messung zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle) und dem ursprünglichen Röntgenbefund ("Alt") auf der Seite des Traumas (n = 17) und auf der Gegenseite (n = 10)

VERLETZTE SEITE	TALUSVORSCHUB B: UNTERSCHIED NEU/ALT	GEGENSEITE
2 (11,8%)	-1 mm	0
2 (11,8%)	0 mm	3 (30,0%)
10 (58,7%)	1 mm	3 (30,0%)
1 (5,9%)	2 mm	3 (30,0%)
2 (11,8%)	3 mm	0
0	5 mm	1 (10,0%)

Tab. 44b: Unterschiede in der Bestimmung des Talusvorschubs zwischen der vorliegenden Untersuchung ("Neu"; Methode B: Messung in Richtung auf die Mitte der Talusrolle) und dem ursprünglichen Röntgenbefund ("Alt") auf der Seite des Traumas (n = 17) und auf der Gegenseite (n = 10)

Beide Seiten zusammen betrachtet (n = 40) ergaben sich für den Taluskippwinkel bei der präoperativen Bestimmung und bei unserer Messung in 10 Fällen (25,0 %) identische Meßwerte. Wenn man eine Abweichung von ± 1 Grad als Toleranzbereich einräumt, so liegen 26 Fälle in diesem Bereich. Die Messung des Taluskippwinkels weist somit innerhalb dieser Grenzen eine Objektivität von 65 % auf.

Für den Talusvorschub fanden wir, verletzte Seite und Gegenseite gemeinsam betrachtet (n = 27), bei Anwendung der Meßmethode A 15mal (55,6 %) die gleichen Meßwerte wie im ursprünglichen Röntgenbefund (Tabelle 44a). Räumt man einen Unterschied von ± 1 mm als Toleranzbereich ein, dann liegen 24 Fälle in diesem Bereich. Die Messung des Talusvorschubs als Entfernung des distalsten Punktes der posterioren Tibiage-

lenkfläche vom nächstgelegenen Punkt der Talusrolle hat somit nach diesen Ergebnissen - innerhalb der obigen Toleranzgrenzen - eine Objektivität von 89 %. Bei Bestimmung des Talusvorschubs nach der Methode B ergaben sich für beide Seiten gemeinsam ($n = 27$) nur in 5 Fällen (18,5 %) identische Meßwerte (Tabelle 44b). Insgesamt 20 Fälle liegen innerhalb des Toleranzbereichs von ± 1 mm. Für die Messung des Talusvorschubs in Richtung auf die Mitte der Talusrolle beträgt nach diesen Ergebnissen die Objektivität im Rahmen der angegebenen Streubreite 74 %. Sowohl auf der Seite der Verletzung als auch auf der Gegenseite ist die Differenz zwischen den von uns gemessenen und den im präoperativen Röntgenbefund angegebenen Werten für den Talusvorschub bei Anwendung der Meßtechnik A signifikant kleiner als bei Anwendung der Meßtechnik B (jeweils $p < 0,01$; t-Test für abhängige Beobachtungen).

4.3.4 Prüfung der Reliabilität

Unter Reliabilität oder Zuverlässigkeit einer Meßtechnik bzw. eines Tests versteht man die Genauigkeit, mit der dieses Verfahren das mißt, was es tatsächlich mißt. Ein hohes Maß an Reliabilität besteht dann, wenn bei wiederholter Anwendung auf das gleiche Ausgangsmaterial durch den gleichen Untersucher ein großer Anteil von reproduzierbaren Ergebnissen auftritt. Die Reliabilität ist somit ein Maß für die intraindividuelle Variabilität beim jeweiligen Untersucher (83).

Zur Prüfung der Zuverlässigkeit wurden die gehaltenen Röntgenaufnahmen der ersten 20 Fälle unserer Studie am Ende der gesamten Untersuchungsreihe ohne Kenntnis der Ergebnisse der Erstauswertung ein zweites Mal ausgewertet. Dabei wurde die Qualität der Projektion erneut bewertet und die Meßgrößen der Instabilität, Taluskippwinkel, fibulotalare Distanz, Talusvorschub (beide Meßmethoden) und Schubladenindex, neu bestimmt. Es handelt sich bei dieser Gruppe der Nachmessungen um keine Zufallsstichprobe aus dem Gesamtkollektiv, sondern es wurde bewußt auf die ersten 20 untersuchten Fälle zurückgegriffen. Dennoch unterscheiden sich die Meßwerte der Gruppe mit Zweitauswertung nur beim Talusvorschub statistisch aussagekräftig vom Rest des Gesamtkollektivs (t-Test für unabhängige Beobachtungen): Für die Meßtechnik zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle lagen die Werte der ersten 20 Fälle statistisch auffällig ($\bar{x} = 10,0$ mm gegenüber $\bar{x} = 8,0$ mm; $p < 0,02$) und für die Meßtechnik zum Mittelpunkt der Talusrolle signifikant höher ($\bar{x} = 11,0$ mm gegenüber $\bar{x} = 8,5$ mm; $p < 0,01$). Auf der Gegenseite bestanden keinerlei statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen Nachuntersuchungsgruppe und Restkollektiv (ebenfalls t-Test für unabhängige Beobachtungen).

4.3.4.1 Bewertung der Projektion

Die Bewertung der Aufnahmen hinsichtlich der Projektion erfolgte auch bei der Zweitauswertung nach den im Abschnitt 4.3.2.5 dargestellten Kriterien. Die Tabellen 45 bzw. 46 zeigen die Gegenüberstellung der Bewertungen in der ersten und in der zweiten Auswertung für die a.p.-Aufnahmen bzw. für die seitlichen Aufnahmen (beide Seiten zusammengefaßt).

A.P.-AUFNAHMEN 1. AUSWERTUNG	Gut	Akzeptabel	Schlecht	SUMME
A.P.-AUFNAHMEN 2. AUSWERTUNG				
Gut	10	1	0	11
Akzeptabel	3	17	2	22
Schlecht	0	2	3	5
SUMME	13	20	5	38

Tab. 45: Bewertungen der Projektion in der 1. Auswertung und in der 2. Auswertung für die a.p.-Aufnahmen beidseits; n = 38

SEITLICHE AUFNAHMEN 1. AUSWERTUNG	Gut	Akzeptabel	Schlecht	SUMME
SEITLICHE AUFNAHMEN 2. AUSWERTUNG				
Gut	8	0	0	8
Akzeptabel	2	14	0	16
Schlecht	0	2	11	13
SUMME	10	16	11	37

Tab. 46: Bewertungen der Projektion in der 1. Auswertung und in der 2. Auswertung für die seitlichen Aufnahmen beidseits; n = 37

Insgesamt wurden 75 gehaltene Aufnahmen ein zweites Mal bewertet. In 63 Fällen (84,0 %) stimmte dabei die Bewertung mit derjenigen der ersten Auswertung überein, in 3 Fällen (4,0 %) wurden die Aufnahmen bei der zweiten Auswertung besser und in 9 Fällen (12,0 %) schlechter eingeschätzt. Für die seitlichen Aufnahmen (n = 37) lag die Reproduzierbarkeit mit 33 übereinstimmenden Bewertungen (89,2 %) höher als für die a.p.-Aufnahmen (n = 38) mit nur 30 übereinstimmenden Bewertungen (78,9 %).

4.3.4.2 Meßwerte

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der zweiten Messung und den Ergebnissen der ersten Messung sind - jeweils im Seitenvergleich - in Tabelle 47 für den Taluskippwinkel, in Tabelle 48 für die fibulotalare Distanz und in den Tabellen 49a und 49b für beide Meßmethoden des Talusvorschubs aufgeführt. Ein postiver Wert bedeutet dabei, daß in der Kontrolluntersuchung ein höherer Meßwert bestimmt worden ist; ein negativer Wert bedeutet umgekehrt, daß die ursprüngliche Messung einen höheren Meßwert ergeben hat.

VERLETZTE SEITE	TALUSKIPPWINKEL: UNTERSCHIED 2.MESSUNG/1.MESSUNG	GEGENSEITE
1 (5,0%)	-3°	0
4 (20,0%)	-1°	1 (5,6%)
7 (35,0%)	0°	14 (77,7%)
6 (30,0%)	1°	2 (11,1%)
1 (5,0%)	2°	1 (5,6%)
1 (5,0%)	3°	0

Tab. 47: Unterschiede zwischen Kontrollmessung und ursprünglicher Messung bei der Bestimmung des Taluskippwinkels auf der Seite des Traumas (n = 20) und auf der Gegenseite (n = 18)

VERLETZTE SEITE	FTD: UNTERSCHIED 2.MESSUNG/1.MESSUNG	GEGENSEITE
1 (5,9%)	-2 mm	1 (6,7%)
5 (29,4%)	-1 mm	3 (20,0%)
6 (35,3%)	0 mm	9 (60,0%)
4 (23,5%)	1 mm	2 (13,3%)
1 (5,9%)	2 mm	0
3	Nicht meßbar	3

Tab. 48: Unterschiede zwischen Kontrollmessung und ursprünglicher Messung bei der Bestimmung der fibulotalaren Distanz (FTD) auf der Seite des Traumas (n = 17) und auf der Gegenseite (n = 15)

VERLETZTE SEITE	TALUSVORSCHUB (Methode A): UNTERSCHIED 2.MESSUNG/1.MESSUNG	GEGENSEITE
1 (5,3%)	-3 mm	0
1 (5,3%)	-1 mm	7 (38,9%)
14 (73,6%)	0 mm	7 (38,9%)
3 (15,8%)	1 mm	4 (22,2%)

Tab. 49a: Unterschiede zwischen Kontrollmessung und ursprünglicher Messung bei der Bestimmung des Talusvorschubs (Methode A) auf der Seite des Traumas (n = 19) und auf der Gegenseite (n = 18)

VERLETZTE SEITE	TALUSVORSCHUB (Methode B):	GEGENSEITE
	UNTERSCHIED 2.MESSUNG/1.MESSUNG	
1 (5,3%)	-3 mm	0
6 (31,6%)	-1 mm	5 (27,8%)
10 (52,6%)	0 mm	10 (55,6%)
2 (10,5%)	1 mm	3 (16,6%)

Tab. 49b: Unterschiede zwischen Kontrollmessung und ursprünglicher Messung bei der Bestimmung des Talusvorschubs (Methode B) auf der Seite des Traumas (n = 19) und auf der Gegenseite (n = 18)

Bei gemeinsamer Betrachtung aller zweimal ausgewerteten a.p.-Aufnahmen (n = 38) lagen in 21 Fällen (55,3 %) exakt die gleichen Meßergebnisse für den Taluskippwinkel vor. Innerhalb einer Toleranzzone von ± 1 Grad lagen 34 Fälle (89,5 %).

Für die Prüfung der Reliabilität bei der Ermittlung der fibulotalaren Distanz waren nur 17 bzw. 15 Kontrollmessungen möglich, da die fibulotalare Distanz auf beiden Seiten je 3mal nicht meßbar gewesen ist. Verletzte Seite und Gegenseite zusammengefaßt (n = 32) ergaben sich 15mal (46,9 %) identische Meßergebnisse für die fibulotalare Distanz, während bei einer Toleranz von ± 1 mm 29 Fälle (90,6%) in diesem Bereich geringer Abweichung lagen.

Bei gemeinsamer Betrachtung aller ein zweites Mal ausgewerteten seitlichen Aufnahmen (n = 37) waren die Unterschiede zwischen den beiden Meßtechniken des Talusvorschubs minimal: Bei Messung des Talusvorschubs zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle (Methode A; Tabelle 49a) fand sich 21mal (56,8 %) eine exakte Übereinstimmung zwischen erster und zweiter Aus-

wertung, bei Messung in Richtung auf die Mitte des Talus (Methode B; Tabelle 49b) 20mal (54,1 %). Für beide untersuchten Meßverfahren lagen jeweils 36 Fälle (97,3 %) innerhalb eines Toleranzbereichs von ± 1 mm .

Um die Reproduzierbarkeit bei der Messung des Schubladenindex zu beurteilen, ist eine gesonderte Betrachtung der beiden Einzelmeßwerte, aus denen der Schubladenindex berechnet wird, von Vorteil, da sich gleichsinnige Abweichungen zwischen erster und zweiter Auswertung für die beiden Komponenten bei der Division zur Indexberechnung gegenseitig aufheben können. Aus diesem Grund sind die Unterschiede zwischen Erst- und Zweitmessung für "Index, Wert A" (Abstand der beiden Parallelen durch die Mittelpunkte von Tibia- und Talusgelenkfläche), für "Index, Wert B" (Abstand des distalsten anterioren und des distalsten posterioren Punktes der Tibiagelenkfläche) und schließlich für den Schubladenindex selbst einzeln in den Tabellen 50a, 50b und 50c aufgelistet. (Wiederum bedeutet dabei ein negativer Wert ein gegenüber der Erstauswertung niedrigeres Meßergebnis bei der Zweitauswertung und umgekehrt.)

VERLETZTE SEITE	INDEX, WERT A: UNTERSCHIED 2.MESSUNG/1.MESSUNG	GEGENSEITE
0	-4 mm	1 (5,6%)
0	-3 mm	1 (5,6%)
2 (10,5%)	-2 mm	0
3 (15,8%)	-1 mm	4 (22,2%)
9 (47,4%)	0 mm	9 (50,0%)
4 (21,0%)	1 mm	3 (16,6%)
1 (5,3%)	2 mm	0

Tab. 50a: Unterschiede zwischen Kontrollmessung und ursprünglicher Messung bei der Bestimmung des "Index, Wert A" (Erläuterung im Text) auf der Seite des Traumas (n = 19) und auf der Gegenseite (n = 18)

VERLETZTE SEITE	INDEX, WERT B: UNTERSCHIED 2.MESSUNG/1.MESSUNG	GEGENSEITE
1 (5,3%)	-4 mm	1 (5,6%)
0	-2 mm	3 (16,6%)
11 (57,9%)	-1 mm	7 (38,9%)
7 (36,8%)	0 mm	7 (38,9%)

Tab. 50b: Unterschiede zwischen Kontrollmessung und ursprünglicher Messung bei der Bestimmung des "Index, Wert B" (Erläuterung im Text) auf der Seite des Traumas (n = 19) und auf der Gegenseite (n = 18)

VERLETZTE SEITE	SCHUBLADENINDEX: UNTERSCHIED 2.MESSUNG/1.MESSUNG	GEGENSEITE
0	unter -90	1 (5,6%)
0	-90 bis -60	1 (5,6%)
2 (10,5%)	-60 bis -30	0
3 (15,8%)	-30 bis -1	4 (22,2%)
2 (10,5%)	0	3 (16,6%)
9 (47,4%)	1 bis 30	7 (38,9%)
2 (10,5%)	30 bis 60	2 (11,1%)
1 (5,3%)	über 90	0

Tab. 50c: Unterschiede zwischen Kontrollmessung und ursprünglicher Messung bei der Bestimmung des Schubladenindex auf der Seite des Traumas (n = 19) und auf der Gegenseite (n = 18)

Für den Wert A des Index ergaben sich, für beide Seiten zusammen gesehen (n = 37), in 18 Fällen (48,6 %) identische Meßergebnisse bei Erst- und Zweitauswertung, für den Wert B des Index in 14 Fällen (37,9 %). Je 32mal (86,5 %) waren die Unterschiede sowohl beim Wert A als auch beim Wert B innerhalb einer Streubreite von ± 1 mm verteilt. Für den Schubladenindex selbst ergaben sich auf allen doppelt ausgewerteten seitlichen Aufnahmen (n = 37) lediglich 5 genau übereinstimmende Werte (13,5 %). Innerhalb eines Toleranzbereichs von ± 30 lagen die Unterschiede zwischen Erst- und Zweitauswertung in 28 Fällen (75,7 %).

5 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

5.1 Klinische Angaben

Der Anamnese über den Unfallhergang und über frühere, ähnliche Verletzungen am Sprunggelenk wird in der gesamten einschlägigen Literatur ein hoher Stellenwert beigemessen. Unsere eigene Studie unterstreicht die Bedeutung der Anamnese in bezug auf ältere, gleichartige Traumen: Alle 9 Patienten, die entsprechende Angaben gemacht hatten, boten auch intraoperativ Zeichen vorausgegangener Schädigungen (alte Bänderrisse und/oder Narbengewebe), bei 6 von ihnen zeigte auch das Röntgenbild Hinweise auf frühere Läsionen. Die Korrelation zwischen anamnestischen Angaben über frühere Sprunggelenkstraumen und den Röntgen- bzw. Operationsbefunden ist auf der verletzten Seite also erstaunlich hoch. Auf der Gegenseite hatte nur einer der 7 Patienten, die radiologisch Hinweise auf eine Vorschädigung boten, auch über ein oder mehrere entsprechende Traumen in der Vorgeschichte berichtet. Diese geringe Übereinstimmung könnte dafür sprechen, daß der aktuell nicht verletzten Seite bei der klinischen Untersuchung weniger Beachtung geschenkt worden ist oder deren Ergebnisse weniger systematisch dokumentiert worden sind.

Wie auch andere Untersuchungen zeigen konnten (18, 20, 41, 46, 61, 67, 75, 78 - 80, 86, 97), stehen Sportverletzungen als Unfallursache deutlich an der Spitze. Beinahe jeder zweite Patient aus der von uns untersuchten Gruppe hatte sich die Kapselbandläsion bei einer sportlichen Betätigung zugezogen (Tabelle 3, S. 20). Entsprechend der größeren sportlichen Aktivität im jüngeren Lebensalter stellt die Altersgruppe der unter Dreißigjährigen drei Viertel aller Patienten (Tabelle 1, S. 13). Auch das Überwiegen des männlichen Geschlechts im untersuchten Krankengut ($n = 69$ gegenüber $n = 41$; signifikanter Unterschied: $p = 0,008$, chi-Quadrat-Test) ist durch die stärkere sportliche Aktivität erklärbar.

Der klinische Befund am akut traumatisierten Sprunggelenk wird von der Mehrzahl der Untersucher als unsicher angesehen

(4, 10, 12, 39, 47, 50, 53, 57, 68, 75, 90, 94, 106, 108). Dennoch wird die Bedeutung der klinischen Untersuchung als erster diagnostischer Schritt auch von diesen Autoren im allgemeinen keinesfalls gering eingeschätzt. Einige Arbeiten berichten über gute Ergebnisse der rein klinischen Diagnostik (1, 7, 8, 42, 46, 62, 97, 100), allerdings betonen sie auch durchwegs die starke Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchenden und machen leider keine oder nur unklare Angaben darüber, ob sich diese guten Ergebnisse nur auf die positive Diagnose oder auch auf den Ausschluß von Bänderissen am oberen Sprunggelenk beziehen.

Mehrere Autoren (7, 20, 38, 47, 68, 88, 94, 110) halten den geringen oder fehlenden Dehnungsschmerz im Außenknöchelbereich bei passiven Bewegungen des Sprunggelenks für ein wichtiges klinisches Kriterium einer Bandruptur, während eine starke Schmerzhaftigkeit für einen intakten Bandapparat sprechen soll. Diese These konnte von uns weder bestätigt noch widerlegt werden, da die Schmerzhaftigkeit der klinischen Funktionsprüfung nur in 25,5 % der Fälle quantitativ dokumentiert worden war.

Da in der vorliegenden Arbeit die Angaben zur Anamnese und zum klinischen Befund retrospektiv den Krankenakten entnommen wurden, sind sie weder vollständig noch wurden sie nach einem einheitlichen Schema erhoben, sondern vielmehr von verschiedenen Untersuchern während des Routinebetriebs in der Klinik. Die eigenen Ergebnisse ließen daher, wie im Abschnitt 4.1.2 beschrieben, nur in einigen Punkten gewisse Tendenzen erkennen. Schlüssige Erkenntnisse über die Bedeutung einzelner klinischer Symptome konnten aufgrund mangelnder Angaben nicht erbracht werden. Insbesondere war aus diesem Grund eine Aussage über die Wertigkeit der klinischen Stabilitätsprüfung und ein Vergleich mit den Ergebnissen der radiologischen Funktionsprüfung nicht möglich. Eine Beurteilung der Bedeutung des klinischen Befundes sollte ohnehin nicht Ziel der vorliegenden Arbeit sein.

Die zum Teil spärlichen und wenig präzisen klinischen Angaben scheinen jedoch die in der Literatur mehrheitlich ver-

treten Ansicht über die Unsicherheit der klinischen Diagnostik zu unterstreichen. Manchmal läßt sich ein genauer klinischer Befund auch erst nach dem Ergebnis der Röntgenuntersuchung erheben. Hierfür sind zwei Erklärungen denkbar: Da die hier abgehandelten Bandrupturen häufig mit einer starken Schwellung einhergehen, besonders wenn die Erstuntersuchung am Unfalltag selbst erfolgt (siehe Abschnitt 4.1.2), muß nicht selten vor einer genaueren klinischen Untersuchung eine Fraktur des Außen- und/oder Innenknöchels ausgeschlossen werden, deren Stellung man durch passive Bewegungen des Sprunggelenks gegebenenfalls verschlechtern würde. Zweitens will man dem Patienten möglicherweise die schmerzhafte, aber wenig aussagekräftige klinische Funktionsprüfung des fibularen Bandapparates ersparen, wenn die radiologische Stabilitätsprüfung nach Ausschluß einer Fraktur ohnehin vorgesehen ist.

5.2 Operationsbefunde

Die relative Häufigkeit der einzelnen Verletzungsmuster innerhalb eines Kollektivs operierter Fälle wird durch die Indikationsstellung zur Operation beeinflusst (siehe auch Abschnitt 5.3.2.1.2): Wenn bereits eine isolierte Ruptur des Lig. talofibulare anterius operativ behandelt werden soll, so wird sich im Gesamtkollektiv ein höherer Prozentsatz von Patienten mit diesem Verletzungstyp finden, als wenn die Indikation enger gestellt wird und erst bei einer kombinierten Ruptur der Lig. talofibulare anterius und calcaneofibulare, d. h. bei entsprechend größeren Meßwerten für Taluskippwinkel und Talusvorschub in den gehaltenen Aufnahmen, operiert werden soll. Dann werden insgesamt isolierte Rupturen des Lig. talofibulare anterius bedeutend seltener gefunden werden.

Diese Tatsache erklärt, daß die Angaben in der Literatur über die Häufigkeit der einzelnen Rupturformen sehr stark variieren. Zwar berichten zahlreiche Arbeiten (27, 41, 42, 53, 70, 80, 88, 89, 94) über eine Häufigkeitsverteilung, die in etwa unseren Ergebnissen entspricht (Tabelle 6, S. 23), in anderen Veröffentlichungen wiederum wurde bei der operativen Revision eine isolierte Ruptur des Lig. talofibulare anterius häufiger (45, 54, 61, 62) oder seltener (12, 46, 67, 68, 74, 79, 97, 99, 110) gefunden. In diesem Zusammenhang sind die Arbeiten von LINDSTRAND 1977 sowie LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 von Bedeutung: Sie berichten über zwei Studien, in denen die Probanden unabhängig vom Röntgenbefund allein aufgrund des klinischen Bildes operiert worden sind (Hauptkriterium war ein positives Schubladenphänomen des Talus, falls erforderlich unter Lokalanästhesie). Bei der Operation ließ sich dabei in etwa 20 % der Fälle keine Ruptur der fibularen Bänder nachweisen (Klinik falsch positiv). Die restlichen Fälle wiesen alle einen Riß des Lig. talofibulare anterius auf, ein Viertel davon kombiniert mit einem Riß des Lig. calcaneofibulare (teilweise oder komplett); ein Riß aller drei Bandstrukturen war selten. Da in diesen beiden Studien die Operationsindikation sehr weit gefaßt wurde, kann man davon ausgehen, daß die beschriebene Relation von 3 : 1 zwischen iso-

lierten und kombinierten Rupturen in etwa der tatsächlichen Inzidenz entspricht.

Somit weisen anscheinend solche Arbeiten, die - wie die vorliegende - bei den operierten Fällen ein niedrigeres Verhältnis zeigen, einen entsprechend hohen Anteil an falsch negativen Befunden in bezug auf isolierte Risse des Lig. talofibulare anterius auf, sofern dieser Verletzungstyp in der jeweiligen Arbeit als Operationsindikation angesehen wurde. Dieses Argument wird bestätigt durch die Ergebnisse von Arbeiten, in denen die Arthrographie als primäre radiologische Untersuchungsmethode frisch traumatisierter Sprunggelenke eingesetzt wurde (9, 44, 55, 75, 85). Denn auch sie zeigen, daß isolierte Rupturen des Lig. talofibulare anterius dreimal häufiger auftreten als kombinierte Rupturen.

Nach dem soeben Gesagten wäre eigentlich zu erwarten, daß in Arbeiten mit höherem Anteil an isolierten Außenbandrupturen entsprechend der großzügigeren Indikationsstellung zur Operation gehäuft Fälle vorkommen, in denen sich letztlich kein Bänderriß nachweisen ließ (= falsch positiv). Dies trifft aber nicht zu, die Rate der falsch positiven Befunde liegt uneinheitlich zwischen 2 % und 7 % (9, 12, 50, 51, 88, 89, 100). Leider machen viele weitere Autoren keinerlei Angaben über falsch positive Befunde, weder über deren Vorkommen noch über deren Fehlen im untersuchten Patientenkollektiv. Die Quote im eigenen Krankengut ist mit 5,5 % relativ hoch (siehe hierzu auch Abschnitt 5.3.2.5), was zumindest teilweise durch dessen Zusammensetzung mitbedingt ist: Da der Teil der knöchernen Bandausrisse, bei denen keine gehaltenen Aufnahmen notwendig gewesen sind, ebenso ausgeschlossen worden ist wie auswärtig angefertigte gehaltene Aufnahmen, auf denen Rupturen nicht selten bereits in einer Ebene deutlich zu erkennen gewesen sind, sodaß keine zusätzlichen Kontrollaufnahmen mehr angefertigt werden mußten, sind zahlreiche sichere Rupturen im Untersuchungsmaterial der Studie gar nicht enthalten, fragliche Befunde demnach relativ häufiger.

Eine isolierte Teilruptur des Lig. talofibulare anterius trat in unserer Untersuchungsgruppe nur 4mal auf. Wir teilen

daher die Meinung von LINDSTRAND 1977, der in der bereits erwähnten Studie eine solche Rupturform überhaupt nicht beobachten konnte, daß ein Anriß des Lig. talofibulare anterius nur selten vorkommt und dieses Band in der Regel komplett reißt.

Auch isolierte Risse des Lig. calcaneofibulare sind selten (12, 21, 31, 44, 53, 61, 74, 89, 99, 105, 110). Über eine isolierte Teilruptur dieses Bandes, wie sie in den von uns ausgewerteten Operationsprotokollen 3mal beschrieben war, berichtet bisher nur DIAS 1979. Einige Autoren fanden bei diesem Verletzungstyp ein gehäuftes Vorkommen von alten Traumen (3, 42, 57) und vermuten, es könne sich hierbei um eine alte, kombinierte Verletzung der Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare handeln, bei der sich lediglich der Riß des anterioren Bandes konsolidiert hat. In den 3 von uns beobachteten Fällen ergab sich jedoch weder anamnestisch noch radiologisch noch intraoperativ irgendein Anhalt für eine Vorschädigung. Daher erscheint uns die in anderen Arbeiten (22, 23, 71, 76) vertretene und zum Teil experimentell unterstützte Ansicht plausibler, daß nämlich dem alleinigen Riß des Lig. calcaneofibulare ein atypischer Unfallmechanismus zugrundeliegt (Umknicken in Neutral-Null-Stellung des Sprunggelenks).

Eine Kombinationsverletzung aus Ruptur des Lig. talofibulare anterius und Teilruptur des Lig. talofibulare posterius wurde nur von RASMUSSEN und KROMANN-ANDERSEN 1983 bei Experimenten an Leichensprunggelenken beschrieben, nicht jedoch klinisch. Ähnlich wie oben dargestellt, wäre auch in diesen Fällen eine unvollständig ausgeheilte alte Ruptur als Erklärung denkbar, zumal die beiden Patienten aus dem eigenen Krankengut, bei denen dieser Verletzungstyp beschrieben worden ist, alte Läsionen am Sprunggelenk aufwiesen. Allerdings sollte auch die Möglichkeit erwogen werden, daß die anatomischen Strukturen von den Operateuren aufgrund des in beiden Fällen vorhandenen Narbengewebes nicht exakt identifiziert werden konnten und es sich in Wirklichkeit um eine Ruptur des Lig. talofibulare anterius mit Teilruptur des Lig. calcaneofibulare handelte.

5.3 Röntgendiagnostik

5.3.1 Standardaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen

5.3.1.1 Frische Bandausrisse sowie sonstige frische Begleitverletzungen

Einigkeit herrscht darüber, daß die Standardaufnahmen des Sprunggelenks genauestens nach feinen Knochenlamellen als Zeichen knöcherner Bandausrisse abgesucht werden müssen. Allerdings lassen sich in der Literatur nur wenige konkrete Zahlenangaben über die Häufigkeit knöcherner oder knorpeliger Bandausrisse finden. Bei den Autoren, die entsprechende Angaben machen, schwankt die Inzidenz zwischen 9 % und 25 % (9, 28, 49, 78, 80). Im eigenen Krankengut (siehe Tabelle 8, S. 27) wurden operativ 4 frische knöcherne und 2 frische knorpelige Bandausrisse beschrieben (5,5 %), während röntgenologisch 5mal ein knöcherner Bandausriß diagnostiziert und 5mal ein entsprechender Verdacht geäußert worden war. Wie bereits im Abschnitt 4.3.1 dargelegt, dürfen die Angaben der vorliegenden Arbeit zu diesem Thema keineswegs als repräsentativ angesehen werden, da - bis auf eine Ausnahme - die frischen knöchernen Bandausrisse erst auf den gehaltenen Aufnahmen zu erkennen waren, und Patienten, bei denen sich eine solche Verletzung bereits auf den Nativaufnahmen gezeigt hatte, gar nicht in die Studie aufgenommen wurden. Dennoch verdient ein Aspekt Beachtung: Von den 5 radiologisch als sicher eingestuften frischen Bandausrissen wurde nur einer operativ nicht bestätigt, umgekehrt ließ sich in den 5 Fällen, in denen radiologisch lediglich ein entsprechender Verdacht geäußert worden war, nur ein einziger auch operativ nachweisen. (Von den beiden bei der Operation als knorpelig imponierenden Bandausrissen war einer im Röntgenbild nicht nachweisbar, der andere stellte sich radiologisch als knöcherner Bandausriß dar, was für einen knöchernen Kern innerhalb der Knorpellamelle spricht.) Aus diesen Ergebnissen kann folgender Schluß gezogen werden: Der frische knöcherne Bandausriß muß auf den Standardaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen deutlich

als solcher erkennbar sein, um einen Verzicht auf gehaltene Aufnahmen zu rechtfertigen. Ein bloßer Verdacht reicht nicht aus.

Arbeiten, die sich speziell mit fibularen Bandläsionen im Kindesalter befaßt haben (49, 89, 100, 104) konnten zeigen, daß bei Kindern knöcherne und knorpelige Bandausrisse besonders häufig sind. Im Alter unter 10 Jahren sollen sie sogar die Regel und intraligamentäre Rupturen die Ausnahme sein (89, 100), was durch die höhere Elastizität und das daraus resultierende vermehrte Banddehnungsvermögen des kindlichen Bandapparates erklärt wird: Der Bandansatz am Knochen wird so zum schwächsten Punkt. Konträr zu diesen Ergebnissen ist ROCKENSTEIN 1978 der Auffassung, knöcherne Bandausrisse seien gerade im Kindesalter selten. Auch BROSTRÖM 1965 ordnet diesen Verletzungstyp eher dem fortgeschrittenen Lebensalter zu und versucht dies durch die dann zunehmend vorhandene Osteoporose zu begründen. Aus der eigenen Untersuchung kann zu diesem Thema kaum Stellung genommen werden, da die jüngsten Patienten bereits 13 Jahre alt waren. Allerdings zeigten alle Fälle mit einem Lebensalter über 50 Jahren ($n = 8$) ausschließlich intraligamentäre Rupturen, ein knöcherner oder knorpeliger Bandausriss kam in dieser Altersgruppe nicht vor.

Die Angaben über das Vorkommen sonstiger Begleitverletzungen hängen davon ab, wie das untersuchte Kollektiv zusammengesetzt ist (bzw. welche Ausschlusskriterien angewendet wurden), was jeweils als Begleitverletzung aufgefaßt und wie intensiv nach entsprechenden Läsionen gesucht wurde. Demgemäß variieren in der Literatur die Häufigkeitsangaben über Zusatzverletzungen zwischen 5 % und 25 % (9, 13, 28, 49, 78, 80, 88, 90, 93, 94, 110). Die von den verschiedenen Autoren beschriebenen frischen Begleitverletzungen, die in Zusammenhang mit einer fibularen Kapselbandläsion auftreten können, sind in Tabelle 51 aufgelistet. (SEILER und HOLZRICHTER 1978 berichten als Rarität über 3 Fälle von Außenbandrupturen am Sprunggelenk bei Fibulaschaftfrakturen. Im Gegensatz dazu sind alle anderen Autoren der Überzeugung, daß Frakturen und Bandrupturen auf der gleichen Seite des Sprunggelenks alter-

native Verletzungsmuster sind, also nicht gleichzeitig auftreten können.)

1. Verletzungen am Knochen:

- Bandausrisse (knöchern, knorpelig) an Fibula, Talus oder Kalkaneus*
- Frakturen bzw. Absprengungen am Innenknöchel*
- Frakturen des Metatarsale-V*
- Abrißfrakturen am Kuboid, Navikulare oder Kalkaneus
- Flake fractures der Talusrolle*
- Epiphysenlösungen*

(- Fibulaschaftfrakturen; siehe Text)

2. Verletzungen der Weichteile:

- Ruptur des Lig. deltoideum*
- Ruptur des Lig. tibiofibulare anterius (vorderes Syndesmosenband)
- Einrisse der Peronäussehnnenscheiden
- Luxationen der Peronäussehnen

Tab. 51: Mögliche frische Begleitverletzungen

* Diese Läsionen wurden auch im eigenen Krankengut beobachtet (radiologisch und/oder operativ); siehe Tabelle 8, S. 27

Gerade zur Darstellung von Begleitverletzungen sind Standardaufnahmen des Sprunggelenks mitunter nicht ausreichend (13). Je nach Unfallhergang und klinischem Verdacht können daher zusätzliche Röntgenaufnahmen notwendig sein: Schrägaufnahmen des Sprunggelenks in 45° Innen- oder Außenrotation, Aufnahmen der Fußwurzel- und Mittelfußknochen zum Nachweis knöcherner Läsionen, die Arthrographie zum Nachweis von Weichteilverletzungen. Am wachsenden Skelett sind bei Verdacht auf knöchernen Bandausriß zum Vergleich Standardaufnahmen der Gegenseite nötig, um physiologische Variationen im Skelettstatus auszuschließen, z. B. Epiphysenkerne (104). Im eigenen Krankengut wurden als zusätzliche Röntgenaufnahmen lediglich 4mal Aufnahmen der Fußwurzel und des Mittelfußes angefordert, die in 2 Fällen eine positive Diagnose ermöglichten (Metatarsale-V-Fraktur).

Wir sprachen in unserer Untersuchung dann von einer Begleitverletzung, wenn durch den gleichen Unfallmechanismus, der zur Kapselbandläsion geführt hatte, noch weitere Verletzungen am Sprunggelenk selbst oder in dessen Umgebung aufgetreten waren. Die Übereinstimmung zwischen Röntgen- und Operationsbefund in bezug auf derartige frische Begleitverletzungen war jedoch nicht sonderlich hoch (vergleiche Tabelle 8, S. 27): Es ergaben sich immerhin 53,3 % falsch positive und 28,6 % falsch negative Röntgenbefunde.

Was die frischen Bandausrisse betrifft (1 falsch negative und 5 falsch positive Röntgendiagnosen), wurde darauf bereits weiter oben eingegangen. Für die übrigen frischen Begleitverletzungen kommen als mögliche Erklärungen der Diskrepanzen zwischen Operations- und Röntgenbefunden (1 falsch negative und 3 falsch positive Röntgendiagnosen) sowohl methodisch bedingte als auch operationstechnische Ursachen in Frage. So können knöcherne Läsionen im Bereich des Innenknöchels (Absprengung am Innenknöchel, n = 1) nur bestätigt oder ausgeschlossen werden, wenn diese Region bei der Operation auch eröffnet wurde, was im allgemeinen (und auch in dem von uns beobachteten Fall) nicht notwendig ist. Die in der vorliegenden Arbeit 1mal radiologisch beschriebene partielle Lösung der distalen Fibulapiphyse ist intraoperativ nur schwer ob-

jektivierbar, wenn - wie bei unserem Patienten - keine größere Fehlstellung vorliegt. (Diese auch von anderen Autoren (20, 104, 110) beobachtete Epiphyseolyse an der distalen Fibula kann im Wachstumsalter als Äquivalent eines Bänderrisses aufgefaßt werden. So bot der von uns beobachtete Patient neben der partiellen Epiphyseolyse nur eine Teilruptur des Lig. talofibulare anterius.)

Mit Hilfe der Standard-Röntgentechniken können am Sprunggelenk allenfalls Läsionen mit knöcherner Beteiligung dargestellt werden, nicht jedoch Verletzungen des Knorpels und anderer weichteildichter Strukturen. Dies gilt neben den rein knorpeligen Bandausrisse ($n = 1$; s. o.) in erster Linie für Knorpelschäden an der Talusrolle (Flake fractures), die sich nur arthrographisch als Kontrastmittelaussparungen nachweisen lassen, es sei denn, sie haben einen knöchernen Kern. Eine derartige Verletzung wurde von uns in 1 Fall radiologisch vermutet, wobei sich dieser Verdacht im Operationsprotokoll jedoch nicht bestätigte. Dies mag damit zusammenhängen, daß die verdächtige Läsion erst bei unserer retrospektiven Auswertung der Röntgenbilder aufgefallen ist, im ursprünglichen, präoperativen Röntgenbefund aber nicht erwähnt worden war. Deshalb ist möglicherweise bei der Operation nicht intensiver als üblich nach einem Knorpelschaden der Talusrolle gesucht worden, zumal der suspekte Bereich relativ weit tibial lag und damit intraoperativ vom üblichen subfibularen Zugang aus nur schwer einsehbar war.

Eine Ruptur des Lig. deltoideum ($n = 1$) ist gleichfalls in den Standardaufnahmen (und auch mit den normalen gehaltenen Aufnahmen) nicht erkennbar. Ein sicherer Nachweis dieser Verletzung ist nur durch die Arthrographie und/oder durch Eröffnen der Innenknöchelregion bei der Operation möglich.

Diese Einschränkungen verdeutlichen, daß diskordante Befunde zwischen den Ergebnissen der Standard-Röntgenaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen und dem Operationsprotokoll in bezug auf frische Begleitverletzungen nicht ausschließlich der radiologischen Methode angelastet werden dürfen, insbesondere wenn man die Grenzen ihrer Aussagekraft berücksichtigt.

5.3.1.2 Hinweise auf frühere Sprunggelenksverletzungen

Für die Häufigkeitsangaben im einschlägigen Schrifttum über radiologisch erkennbare Zeichen früherer Sprunggelenks-traumen gilt ebenfalls, was bei den frischen Begleitverletzungen an Einschränkungen aufgeführt worden ist. Zwar berichten zahlreiche Arbeiten über Röntgenzeichen alter Verletzungen (4, 15, 43, 45, 48, 62, 73, 81, 110), Zahlenangaben hierzu gibt es allerdings nur wenige. So fanden OLSON 1981 bzw. BURRI und NEUGEBAUER 1983 bei 11 % bzw. 13 % ihrer Patienten im Röntgenbild alte knöcherne Verletzungen. Unsere Studie ergab eine bedeutend höhere Inzidenz: Wir fanden in 28 Fällen (25,5 %) radiologisch einen oder mehrere Hinweise auf eine Vorschädigung des Sprunggelenks (siehe Tabelle 9, S. 29), was recht genau der von JACKSON et al. 1974 ermittelten Quote von 27 % entspricht. Die möglichen Veränderungen, nach denen gezielt gesucht werden muß, zeigt Tabelle 52:

- alter Bandausriß: knöchern oder knorpelig und sekundär verkalkt*
- sonstige Verkalkungen distal des Außen- oder Innenknöchels (alte Absprengungen oder Kalkeinlagerungen im Narbengewebe)*
Differentialdiagnose: Gefäßkalk
Folienfehler
- Os subfibulare*
- Osteochondrosis dissecans der Talusrolle (alte Flake fracture)*
- alte Abrißfraktur am Navikulare oder am Kuboid
- Arthrose des oberen Sprunggelenks*
- alte Innenknöchelfraktur*

Tab. 52: Radiologische Hinweise auf alte Sprunggelenkstraumen

* Diese Veränderungen wurden auch im eigenen Krankengut radiologisch und/oder operativ beobachtet (siehe Tabelle 9, S. 29)

Leider finden sich in der Literatur keine Angaben über die Inzidenz und die Wertigkeit des Os subfibulare. Wie unsere Befunde zeigen (siehe Abschnitt 4.3.1), bleibt die Diagnose eines Os subfibulare problematisch. Diese Diagnose sollte nur mit Vorsicht gestellt werden, da sich ein scheinbares Os subfibulare als alter knöcherner Ausriß erweisen kann - wie in 1 von insgesamt 3 Fällen in unserer Untersuchung - , auch wenn es rund, glatt begrenzt und homogen strukturiert ist. Ein solches Konkrement ist folglich zumindest als potentiell

Zeichen einer alten Schädigung zu werten.

Für die beiden Fälle, in denen wir im Röntgenbild den Verdacht auf eine Osteochondrosis dissecans der Talusrolle geäußert hatten, der sich operativ nicht bestätigte, gilt, was im vorigen Abschnitt über die Flake fracture gesagt worden ist, denn eine Osteochondrosis dissecans kann als alte, verkalkte Flake fracture aufgefaßt werden.

BROSTRÖM 1965 sowie ANDERSON und LECOCQ 1954 fanden generell keine hohe Übereinstimmung zwischen Röntgen- und Operationsbefund in bezug auf den Nachweis alter Schädigungen, was mit den Ergebnissen der eigenen Untersuchung übereinstimmt (siehe die Tabellen 9 und 10, S. 29 bzw. S. 31). Als mögliche Gründe für diese Diskrepanz seien genannt: Weder ergibt jedes Knöchelchen auch einen Kontrast auf dem Röntgenbild noch führt jedes schwerwiegende Umknicktrauma zu einem radiologisch faßbaren Folgeschaden. Umgekehrt ist nicht jedes Konkrement, z. B. im Narbengewebe, operativ nachweisbar. Medial gelegene Röntgenbefunde sind ohnehin nur schwer zu objektivieren, weil diese Region bei der Operation im allgemeinen nicht inspiziert werden kann.

Dagegen konnten wir radiologisch sehr gut zwischen frischen und älteren knöchernen Bandausrissen differenzieren: Bei allen 9 operativ bestätigten knöchernen Bandausrissen (5 frische, 4 ältere) stimmten die röntgenologische und die intraoperative Einschätzung des Alters der Läsion überein. Literaturstellen zu diesem Thema fehlen.

Auffallend ist der hohe Anteil (57 %) alter knöcherner Bandausrisse bei den als nicht mehr frisch eingestuften Rupturformen (vergleiche Tabelle 7, S. 18). Dies bestätigt die von einigen Autoren vertretene Ansicht (3, 17, 78, 110), daß knöcherne Ausrisse bei konservativer Behandlung eine besonders schlechte Heilungstendenz haben.

Insgesamt fanden sich in der von uns untersuchten Gruppe bei 39 Patienten (35,5 %) anamnestisch und/oder radiologisch und/oder operativ ein oder mehrere Hinweise auf eine frühere Verletzung am Sprunggelenk. Dieser Anteil entspricht ungefähr den Zahlenangaben von HEIM und FAMOS 1977, die in 25 %

ihrer Fälle eine zweizeitige Ruptur vorfanden, sowie denen einiger anderer Autoren (9, 10, 75, 81, 97), die in ihren Untersuchungen bei etwa jedem dritten Patienten ein oder mehrere Umknicktraumen in der Vorgeschichte eruieren konnten.

Der in der vorliegenden Arbeit ermittelte, hoch signifikante Unterschied ($p < 0,001$) in der Häufigkeit von radiologisch erkennbaren Vorschädigungen zwischen der frisch verletzten Seite und der aktuell nicht verletzten Seite könnte ein Indiz dafür sein, daß für ein früher bereits traumatisiertes Sprunggelenk ein wesentlich höheres Risiko einer Bandruptur besteht. (Die operativ nachgewiesenen alten Läsionen aus Tabelle 7 dürfen nicht mit zum Vergleich herangezogen werden, da auf der Gegenseite nicht operiert wurde.) Zwar verneint PRINS 1978 in seiner ausführlichen Studie einen derartigen Zusammenhang aufgrund statistischer Überlegungen. Dagegen berichtet eine neuere Veröffentlichung (86) über histopathologische Ergebnisse, die die obige Annahme unterstützen: Intraoperativ wurden kleine Probeexzisionen aus dem rupturierten Lig. talofibulare anterius entnommen. Die histologische Untersuchung ergab in den meisten Fällen zusätzlich zu den frischen Rupturen unterschiedlich altes Organisations- und Narbengewebe (ohne degenerative Veränderungen), obwohl sich nur jeder sechste Patient an vorausgegangene Verletzungen erinnern konnte. Die Autoren ziehen daraus den Schluß, daß frühere Unfälle mit Mikrotraumen die Belastbarkeit des Bandapparates so stark herabsetzen, daß letztendlich ein inadäquates Trauma zur Bandruptur führt. Dies könnte erklären, warum Vorschädigungen ein erhöhtes Risiko eines Bänderrisses mit sich bringen, wie wir es auch in unserem Patientenkollektiv beobachtet haben.

Obwohl Zahlenangaben über frühere Verletzungen des Sprunggelenks problematisch bleiben und das Ausmaß und damit die Relevanz eines alten Traumas meist nur schwer abzuschätzen sind, geben Informationen darüber, wie sie auch aus den Nativaufnahmen gewonnen werden können, dennoch wichtige Anhaltspunkte für die Interpretation der gehaltenen Aufnahmen.

5.3.2 Gehaltene Röntgenaufnahmen

5.3.2.1 Unterschiedliche Untersuchungsansätze - Literaturübersicht

Dem häufigen Vorkommen von fibularen Kapselbandläsionen entsprechend, haben sich eine Vielzahl von Autoren mit der Diagnostik dieser Verletzungen im allgemeinen und mit der Aussagekraft von gehaltenen Röntgenaufnahmen im besonderen befaßt. Wenn man diese Arbeiten vergleichen will und deren Ergebnisse den eigenen Ergebnissen gegenüberstellt, muß man die häufig unterschiedlichen Voraussetzungen berücksichtigen. Daher sollen in einer kurzen Literaturübersicht einige der wichtigsten Unterschiede in den jeweiligen Untersuchungsansätzen dargestellt werden.

5.3.2.1.1 Handgehaltene und apparativ gehaltene Aufnahmen

Zahlreiche ältere, aber auch einige neuere Arbeiten stellen Ergebnisse handgehaltener Aufnahmen vor (1, 3, 4, 8, 10, 15, 18, 19, 23, 25, 27, 45, 70, 75, 78, 79, 97, 100, 104, 105). In letzter Zeit häufen sich jedoch die Berichte über Halteapparate, die zunehmend zur Methode der Wahl für die Anfertigung gehaltener Aufnahmen am Sprunggelenk werden. Bei manchen Haltevorrichtungen sind nur Aufnahmen in einer Ebene möglich, bei den meisten in seitlicher Projektion (39, 40, 51, 60, 62), aber auch in anterior-posteriorer Projektion (81). Die zweite Ebene muß dann per handgehaltenen Aufnahmen angefertigt werden, oder es wird ganz auf sie verzichtet. Die meisten Erfahrungsberichte über Haltegeräte dieser Kategorie liegen über das Gerät von NOESBERGER (20, 42, 44, 59, 71, 72, 89) und über den Lagerungsbock von SEILER und HOLZRICHTER (50, 92, 93) vor, die beide gehaltene Aufnahmen in seitlicher Projektion ermöglichen. Apparate, die gehaltene Aufnahmen des Sprunggelenks in beiden Ebenen erlauben, wurden von FRÖHLICH und GOTZEN 1977 - hierüber liegen weitere Erfahrungsberichte vor (35 - 37, 109, 110) -, von KIEVERNAGEL 1981

und von MIEHLE 1980 vorgestellt. Am häufigsten wird in der Literatur jedoch über Untersuchungsergebnisse mit dem von FORSTER et al. 1978 erstbeschriebenen Gerät ("Haltegerät nach Prof. SCHEUBA") berichtet (7, 12, 21, 46, 54, 57, 65, 85, 88, 99), das auch in unserer Studie verwendet wurde.

Apparativ gehaltene Aufnahmen bieten gegenüber handgehaltenen Aufnahmen mehrere Vorteile (21, 25, 30, 34, 57, 69, 71, 81, 85, 88, 99): Die Stärke der ausgeübten Kraft ist objektivierbar und nicht vom jeweiligen Untersucher abhängig, sodaß weitgehend gleiche Bedingungen für Vergleichsaufnahmen der Gegenseite oder für Kontrollaufnahmen nach Therapie resultieren. (Gerade an einer großen Klinik wie bei uns erscheint daher aufgrund der häufig wechselnden Untersucher ein Haltegerät besonders vorteilhaft.) Durch eine allmähliche Steigerung der aufgewendeten Kraft ist die Untersuchung im allgemeinen weniger schmerzhaft, die muskuläre Gegenspannung des Patienten kann überwunden werden und eine Anästhesie ist meist nicht nötig. Diese Erfahrung konnte durch unsere Untersuchung bestätigt werden (vergleiche Abschnitt 5.3.2.2.2). Außerdem kommt es bei handgehaltenen Aufnahmen zu einer Strahlenexposition des Untersuchers, die nach heutigem Stand sicher nicht mehr zu rechtfertigen ist.

TIEDTKE und RAHMANZADEH 1981 fanden bei einer sowohl mittels Haltegerät nach SCHEUBA als auch mittels handgehaltener Aufnahmen untersuchten Patientengruppe in beiden Projektionsebenen eine signifikant höhere Aussagekraft der apparativ gehaltenen Aufnahmen. Allerdings sollen in Einzelfällen auch positive handgehaltene Aufnahmen bei negativen apparativ gehaltenen Aufnahmen vorkommen (107).

5.3.2.1.2 Klinische und experimentelle Studien

Weiterhin gilt es zu beachten, ob die Daten einer Studie an klinischen Fällen (1, 3, 5, 7 - 12, 18 - 21, 35, 42, 44 - 46, 50, 51, 54, 59, 60, 62, 63, 70, 71, 75, 78 - 81, 85, 86, 88, 89, 97, 99, 100, 104, 110) oder aufgrund von Untersuchun-

gen an Leichenbeinen (4, 22, 23, 33, 36, 37, 40, 52, 57, 76, 77, 84, 98, 101, 105) erhoben wurden, oder ob sowohl klinische als auch experimentelle Ergebnisse - gemeinsam oder getrennt - ausgewertet worden sind (39, 65, 91, 92, 109). Bei klinischen Studien ist zunächst die Zusammensetzung des untersuchten Patientenkollektivs von Bedeutung: Wie von einer Reihe anderer Autoren (3, 21, 27, 35, 42, 46, 54, 59, 65, 67, 79, 80, 88 - 90, 92, 97, 109) wurden auch von uns Röntgenbilder retrospektiv ausgewertet. Anschließend wurde der radiologische Befund durch das Operationsergebnis objektiviert. Wie bereits im Abschnitt 5.2 erwähnt, bestimmen in jedem Fall, auch in prospektiven Studien (8 - 10, 19, 25, 50, 51, 53, 58, 60 - 63, 70, 73, 75, 81, 85, 100, 110), vorgegebene diagnostische Kriterien, z. B. die Indikationsstellung zur Operation, die Zusammensetzung der Untersuchungsgruppe. (Arbeiten, in denen lediglich radiologische Instabilitätskriterien aufgeführt sind, ohne daß diese durch eine Analyse klinischer Fallzahlen untermauert werden (7, 12, 15, 18, 20, 24, 39, 45, 68, 69, 72, 78, 94, 99, 104, 106, 107), sind in diesem Zusammenhang nur von geringem Interesse.)

Ferner ist es für klinische Studien wichtig, durch welche Methode eine radiologisch vorhandene oder fehlende Instabilität objektiviert wurde. Die größte Zuverlässigkeit in der endgültigen Diagnose bietet zweifellos die operative Revision (3, 9, 10, 21, 27, 35, 42, 46, 50, 53, 54, 59, 61, 62, 65, 70, 75, 79, 80, 88, 89, 97, 100, 109, 110), selbst wenn auch hierbei die Einschätzung einer Läsion als frisch oder alt oder die Bewertung von Begleitverletzungen und Vorschädigungen bei verschiedenen Operateuren mit dem Grad ihrer Erfahrung variieren dürfte.

Über die Anzahl falsch negativer Ergebnisse der gehaltenen Röntgenaufnahmen können die operierten Fälle jedoch primär keine Auskunft geben. Eine diesbezügliche Aussage wäre vielleicht durch eine Nachuntersuchung möglich (50, 89, 97), ist aber mittels Arthrographie besser zu sichern (2, 9, 10, 21, 27, 29, 59, 70, 73, 75, 85, 91). Insbesondere sind hierfür Arbeiten von Interesse, die über Befunde von gehaltenen Aufnahmen und Arthrographie am gleichen Sprunggelenk berichten

(9, 21, 27, 44, 59, 70, 75, 85, 91, 97). (In unserer Klinik wird die Arthrographie wegen ihrer Invasivität nicht routinemäßig eingesetzt.) In jedem Fall sollte man sich aber davor hüten, die Befunde einer Sprunggelenksarthrographie als letztes diagnostisches Kriterium anzusehen, wie es manchmal geschieht (44, 85). Auch sie bedürfen einer operativen Bestätigung, um nicht arthrographische Fehldiagnosen zu übersehen (2, 9, 10, 21, 27, 59, 70, 75, 91, 97). Klinische Studien haben also generell den Nachteil, daß über das Ausmaß der Schädigung bei nicht operierten Fällen streng genommen keine sicheren Aussagen möglich sind.

Experimentelle Untersuchungen an Leichenbeinen haben den Vorteil, daß nicht aus dem Grad der Instabilität auf den Schweregrad der Verletzung rückgeschlossen werden muß, sondern es kann umgekehrt das Ausmaß der radiologischen Instabilität bei definierten Verletzungsmustern beobachtet werden. Auch röntgenologische Normalbefunde sind durch Präparation objektivierbar. Somit können radiologische Kriterien für stabile und instabile Sprunggelenke definiert werden, die dann auf die klinische Situation übertragen werden (23, 36, 37, 40, 57, 65, 92, 105). Außerdem sind, im Gegensatz zum klinischen Fall, bei dem die Erfordernisse des Strahlenschutzes berücksichtigt werden müssen, zahlreiche Aufnahmen am gleichen Präparat mit unterschiedlichen Belastungen, Gelenkstellungen, Verletzungsmustern etc. möglich. Dem stehen als wesentliche Nachteile gegenüber die oft geringe Fallzahl und das Fehlen der Muskelspannung, die gerade in der klinischen Praxis oft eine entscheidende Rolle spielt.

5.3.2.1.3 Lagerung des Beines für die Untersuchung

Einigkeit herrscht in der einschlägigen Literatur darüber, daß der zu untersuchende Patient für die Anfertigung von gehaltenen Aufnahmen des Sprunggelenks möglichst bequem und entspannt gelagert werden und daß sich sein Unterschenkel in Innenrotationsstellung befinden soll. Letzteres ist notwen-

dig, um die konstante Außenrotation des Unterschenkels zu kompensieren (92). Es werden Werte von minimal 15° (6, 23, 41) bis maximal 25° (37, 42, 71, 110) bzw. 30° (7, 51, 62, 69, 96) angegeben, im allgemeinen wird jedoch - wie auch in unserer Klinik - eine Innenrotation von 20° empfohlen (12, 15, 17, 30, 39, 40, 45, 57, 68, 78, 79, 85, 94, 96, 107).

Dagegen gehen die Meinungen darüber, in welcher Stellung des Sprunggelenks die gehaltenen Aufnahmen angefertigt werden sollen, weit auseinander. Für die a.p.-Aufnahmen gibt es Untersuchungen in Neutral-Null-Stellung (25, 30, 81), in leichter Plantarflexion (7, 57, 100, 105) und spezifischer in 10° (34, 35, 45, 109, 110), 20° (39) oder 30° Plantarflexion (19, 37, 79). Einige Untersuchungen an Leichenpräparaten kommen zu dem Ergebnis, daß für die a.p.-Aufnahmen eine maximale Plantarflexion des Sprunggelenks günstiger ist (23) und es nur in dieser Gelenkstellung nach isolierter Durchtrennung des Lig. talofibulare anterius zu einer seitlichen Aufklappbarkeit kommen kann (40, 105), während dies in Neutral-Null-Stellung nur nach - isolierter oder kombinierter - Durchtrennung des Lig. calcaneofibulare der Fall sein soll (23, 34, 39, 40, 92, 105). Für die klinische Situation allerdings erscheint die Feststellung von LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 bedeutsam, daß nämlich eine extreme Spitzfußstellung die für die Untersuchung nötige Entspannung der Unterschenkelmuskulatur verhindert.

Auch bei den gehaltenen Aufnahmen in seitlicher Projektion gibt es Arbeiten, in denen die Bilder in Neutral-Null-Stellung (40, 79, 92), in leichter Plantarflexion (7, 39, 57, 62, 100) bzw. in 10° (34, 35, 42, 71) oder 12° Plantarflexion des Sprunggelenks (37, 109, 110) angefertigt wurden. Gerade für die seitlichen Aufnahmen wird diese Frage deshalb besonders kontrovers diskutiert, weil der Einfluß des Spannungsverhaltens der Bänder, insbesondere des Lig. talofibulare anterius, auf das zu prüfende Schubladenphänomen sowohl am traumatisierten als auch am nicht traumatisierten Sprunggelenk noch nicht endgültig geklärt ist (23, 34, 40, 42, 60, 71, 109). Zwar kann derzeit noch keine optimale Gelenkstellung für gehaltene Aufnahmen in seitlicher Projektion empfo-

len werden, einer vergleichenden Untersuchung von FRÖHLICH et al. 1984a zufolge ist aber zwischen 0° und 20° Plantarflexion kein wesentlicher Fehler in der Bestimmung des Talusvorschubs zu erwarten.

Angesichts der uneinheitlichen Auffassungen in der Literatur werden bei uns die a.p.- und die seitlichen gehaltenen Aufnahmen in 20° Plantarflexion angefertigt, da diese Mittelstellung eine weitgehende Entspannung der Unterschenkelmuskulatur ermöglicht. Wichtig erscheint außerdem, daß für einen korrekt interpretierbaren Seitenvergleich eine identische Gelenkstellung auf verletzter und unverletzter Seite gewährleistet ist.

5.3.2.1.4 Anästhesie

Obwohl die Untersuchung eines frisch traumatisierten Sprunggelenks mittels gehaltener Röntgenaufnahmen allgemein als schmerzhaft angesehen wird (insbesondere auf die Anfertigung der a.p.-Aufnahmen trifft dies zu), hält es die Mehrzahl der Autoren für vertretbar, im Regelfall auf eine Schmerzausschaltung zu verzichten und nur in Einzelfällen bei sonst nicht durchführbarer Untersuchung auf eine Anästhesie zurückzugreifen (1, 7, 12, 20, 21, 42, 50, 51, 53, 54, 59, 65, 69, 71, 79, 85, 88, 89, 92, 94, 99, 104), eine Vorgehensweise, der wir uns angeschlossen haben. In anderen Studien kommt grundsätzlich eine Lokalanästhesie (39, 62, 70, 100) oder eine Leitungsanästhesie (35, 46, 78, 109, 110) zur Anwendung. BROOKS et al. 1981 ermittelten ihre Ergebnisse sogar an Patienten in kurzzeitiger Inhalationsanästhesie. Arbeiten, in denen intraoperativ an Patienten in Vollnarkose oder Epiduralanästhesie die Instabilität noch einmal röntgenologisch dokumentiert wurde, berichten über ein deutliches Ansteigen der jeweiligen Meßgrößen für die seitliche Aufklappbarkeit und die Subluxation des Talus nach vorne im Vergleich zu den präoperativ erhobenen Werten (10, 62, 70, 97). (Zur Frage der Schmerzausschaltung siehe auch Abschnitt 5.3.2.11.)

5.3.2.1.5 Unterschiedliche Belastungskräfte

Das unterschiedliche Ausmaß der für die Untersuchung ausgeübten Belastungen in verschiedenen Studien und ihre mögliche Bedeutung wird im Abschnitt 5.3.2.2.2 diskutiert.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die vorliegende Arbeit auf der retrospektiven Untersuchung eines operativ behandelten Patientenkollektivs basiert, dessen gehaltene Aufnahmen mit Hilfe des Haltegeräts nach SCHEUBA in der im Abschnitt 3.2 beschriebenen Weise bei 20° Innenrotation des Unterschenkels und 20° Plantarflexion des Sprunggelenks im allgemeinen ohne Anästhesie angefertigt worden sind. Nur für diese Voraussetzungen können und wollen die Ergebnisse Gültigkeit beanspruchen. Wenn in den folgenden Abschnitten die eigenen Resultate mit den aus der Literatur bekannten verglichen werden, müssen daher die unterschiedlichen Untersuchungsansätze und die sich hieraus möglicherweise ergebende eingeschränkte Vergleichbarkeit einzelner Studien immer bedacht werden.

5.3.2.2 Untersuchungstechnik

5.3.2.2.1 Höhe des Supports

Untersuchungen, die sich mit dem Einfluß des Abstands des druckausübenden Supports vom Gelenk befaßt hätten, sind uns nicht bekannt. Von den Autoren, die ihre Erfahrungen mit dem Haltegerät nach SCHEUBA publiziert haben, erwähnen lediglich SAUSER et al. 1983, daß der Support nicht weiter als 2 cm vom Gelenk entfernt liegen sollte. Wir wählten als Bezugspunkt für unsere Messungen die Innenknöchelspitze, weil die Herstellerfirma des Gerätes angibt, der Support solle etwa 2 cm proximal des Innenknöchels angelegt werden.

Unseren Messungen zufolge (siehe die Tabellen 23a, 23b und 24, S. 61 ff.) lag der Support auf der verletzten Seite in den seitlichen Aufnahmen signifikant ($p < 0,01$) weiter vom Innenknöchel entfernt als in den a.p.-Aufnahmen. Dies ist möglicherweise dadurch zu erklären, daß der Support, wenn er für die Aufnahmen in seitlicher Projektion weit distal an der Tibiavorderkante angelegt wird, in unmittelbarer Nähe der traumatisierten Region zu liegen kommt, was für den Patienten unter Umständen so schmerzhaft ist, daß der Support letztlich weiter proximal und somit außerhalb der gegebenenfalls auch angeschwollenen und hämatomverfärbten Region angebracht wird. Bei der Anfertigung der Aufnahmen in anterior-posteriorer Projektion stellt sich dieses Problem nicht, da hierfür der Support tibialseitig und damit außerhalb der traumatisierten Region angelegt wird. Auf der unverletzten Gegenseite fanden wir keinen Unterschied hinsichtlich der Höhe des Supports zwischen a.p.- und seitlichen Aufnahmen, was für diese Interpretation spricht. Im Vergleich zur unverletzten Seite lag der Support auf der Seite des Traumas in den seitlichen Aufnahmen ebenfalls im Mittel höher, allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht wertbar.

Wie in Tabelle 25, S. 64, aufgeführt, fanden wir bei tief sitzendem Support gehäuft niedrige Werte für den Talusvorschub und umgekehrt bei hoch sitzendem Support gehäuft hohe Werte. Dieses Ergebnis könnte dafür sprechen, daß eine Insta-

bilität des Sprunggelenks in der seitlichen Projektionsebene bei weiter proximal angelegtem Support besser zur Darstellung kommt als bei sehr weit distal angelegtem Support. (Ob hierfür der Mechanismus der schmerzreflektorischen Muskelanspannung eine Rolle spielt, kann aufgrund der wenigen vorliegenden Daten nicht entschieden werden.) Da die eigene Fallzahl ($n = 31$) zu dieser Frage relativ gering ist, wären weitere Untersuchungen wünschenswert, um diese Tendenz zu bestätigen oder zu widerlegen.

5.3.2.2.2 Belastung

Obwohl in der Literatur die Belastungskräfte noch größtenteils in Kilopond aufgeführt sind, werden sie zur besseren Übersichtlichkeit im folgenden wie in der eigenen Untersuchung einheitlich in Newton angegeben. Bei der Umrechnung der alten Maßeinheit in die neue wurde wiederum davon ausgegangen, daß 1 Kilopond näherungsweise 10 Newton entspricht.

In den Erfahrungsberichten mit dem Halteapparat nach SCHEUBA werden routinemäßige Belastungen der Sprunggelenke für die Röntgenuntersuchung von 110 N (46) bis zu 250 N (7) empfohlen. In zwei dieser Arbeiten sind zugleich auch die Meßergebnisse detailliert aufgeführt: HOLZACH et al. 1984 fanden bei einer Belastung von 110 N im Mittel etwa gleich hohe Werte für den Talusvorschub wie in der vorliegenden Arbeit (routinemäßige Belastung: 200 N), aber höhere Werte für den Taluskippwinkel. Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, daß von dieser Arbeitsgruppe erst ein Winkel von mehr als 10° als pathologisch angesehen wurde, sodaß sich im untersuchten, operativ behandelten Krankengut von vornherein höhere Meßwerte ergeben. SAUSER et al. 1983 ermittelten bei einer Belastung von 150 N sowohl für den Taluskippwinkel als auch für den Talusvorschub im Durchschnitt niedrigere Werte als wir in unserer Untersuchung. In dieser Arbeit wurden die Befunde der gehaltenen Aufnahmen nicht operativ, sondern arthrographisch bestätigt oder widerlegt, sodaß in dieser Patientengruppe auch die Meßwerte mehrerer falsch negativer

gehaltener Aufnahmen miterfaßt wurden, die bei alleiniger Auswertung von operierten Fällen nicht erscheinen. Die konträren Ergebnisse sind somit in beiden Fällen durch die unterschiedliche Zusammensetzung des untersuchten Krankenguts und nicht durch die unterschiedliche Belastung zu erklären.

Für andere Haltevorrichtungen werden Belastungen von 40 N (62) bis zu 200 N (36, 37, 109, 110) empfohlen. Dabei stimmen die Meßergebnisse von Autoren, die mit Kräften von 150 N bis 200 N arbeiten (35, 37, 109, 110), recht gut mit den eigenen Ergebnissen überein, während in einigen anderen Untersuchungen, in denen niedrigere Belastungskräfte zur Anwendung gekommen sind (39, 40, 62), auch kleinere Meßwerte für die Instabilität von Sprunggelenken auftraten. FRÖHLICH et al. 1984a konnten in ihrer experimentellen Studie zeigen, daß sowohl bei intaktem Bandapparat als auch nach schrittweiser Durchtrennung von Bandstrukturen ab einer Belastung von 175 N keine Verbreiterung des Gelenkspalts mehr zu erwarten ist, weder in a.p.- noch in seitlicher Projektion. Sie empfehlen daher - in Anlehnung an die biomechanischen Experimente von SAUER et al. 1978 (siehe S. 10 f.) - gehaltene Aufnahmen des Sprunggelenks mit einer Belastung von 200 N durchzuführen, um einerseits ineffektive Aufnahmen und andererseits iatrogene Schädigungen zu vermeiden.

Neben der Höhe der Belastungskräfte ist, wie von mehreren Autoren betont wird (12, 20, 24, 30, 40, 50, 51, 53, 62, 69, 85), auch die Dauer ihrer Anwendung von Bedeutung. Es werden Belastungszeiten von 30 Sekunden (85) bis zu 5 Minuten (50, 53, 69) empfohlen. Ein Vorteil des Haltegerätes nach SCHEUBA liegt hierbei darin, daß die Belastung allmählich gesteigert werden kann, im Gegensatz beispielsweise zum Gerät von FRÖHLICH und GOTZEN (34), bei dem sofort die volle Belastung ausgeübt wird. Ob bei entsprechend langer Belastungszeit auch geringere Kräfte ausreichen können, um die muskuläre Gegenspannung des Patienten zu überwinden und so eine vorhandene Instabilität des Sprunggelenks nachzuweisen, kann aus unseren Daten nicht endgültig entschieden werden. Zwar fanden wir auf der unverletzten Gegenseite in den Fällen mit einer Belastung unter 150 N statistisch hoch signifikant niedrigere

Werte für den Taluskippwinkel als in den Fällen mit einer Belastung von 150 N und darüber, was sich auf der verletzten Seite nicht nachweisen ließ. Dies kann als Hinweis darauf gewertet werden, daß an traumatisierten Sprunggelenken im Einzelfall auch geringere Belastungskräfte ausreichen können, um eine vorhandene Instabilität zu diagnostizieren, daß aber geringe Belastungen nicht in der Lage sind, bei intaktem Bandapparat die volle physiologische Aufklappbarkeit zu demonstrieren. (Ausgehend von diesen Überlegungen sollte, falls auf der verletzten Seite die angestrebte Belastung nicht erreicht werden kann, auch auf der Gegenseite grundsätzlich nur die auf der verletzten Seite ausgeübte Kraft angewendet werden, um einen korrekten Seitenvergleich zu ermöglichen, und nicht, wie auch in unserem Patientenkollektiv 5mal aufgetreten, eine höhere Kraft.) Diese Schlußfolgerungen zeigen jedoch lediglich Tendenzen auf, da die Fallzahlen mit niedriger Belastung sowohl auf der Seite des Traumas ($n = 9$) als auch auf der Gegenseite ($n = 4$) sehr gering waren.

Daß die angestrebte Belastung von 200 N für die a.p.-Aufnahmen nur 71mal, für die seitlichen Aufnahmen dagegen 84mal erreicht wurde (vergleiche die Tabellen 22a und 22b, S. 57 f.), spricht ebenso wie die Tatsache, daß bei den seitlichen Aufnahmen immer eine Kraft von mindestens 150 N toleriert wurde, für eine stärkere Schmerzhaftigkeit der gehaltenen Aufnahme in a.p.-Projektion, wie in der Literatur beschrieben (34, 42, 53, 78). Die Ergebnisse zweier Arbeiten lassen den Schluß zu, daß die a.p.-Aufnahmen nicht nur am frisch traumatisierten Sprunggelenk schmerzhafter sind: RUBIN und WITTEN 1960 konnten bei ihren Untersuchungen über den Normalwert des Taluskippwinkels mit Hilfe eines selbst konstruierten Halteapparates bei Probanden ohne Trauma nur eine maximale Belastbarkeit von etwa 30 N erreichen, wohingegen in der Studie von LAURIN und MATHIEU 1975, die die Beweglichkeit des Talus in sagittaler Richtung an Normalpersonen untersuchten, Belastungen bis zu 370 N möglich waren (ebenfalls eigene apparative Technik). Hierbei mag allerdings auch die Art der jeweiligen Haltevorrichtung eine Rolle gespielt haben. Insbesondere entsprechen die von RUBIN und WITTEN 1960 ange-

gebenen, sehr geringen Belastungswerte nicht unserer Erfahrung, da drei Viertel der Patienten, bei denen die Belastung bekannt war, in unserer Untersuchung die angestrebten 200 N für die Anfertigung von gehaltenen Aufnahmen in a.p.-Projektion auf der frisch traumatisierten Seite toleriert haben. Unsere Ergebnisse zeigen, daß bei der im Haltegerät nach SCHEUBA möglichen langsamen Steigerung der Krafteinwirkung auch für die schmerzhaftere a.p.-Aufnahme die zur Untersuchung notwendige Belastung ohne Anästhesie erreicht werden kann.

5.3.2.2.3 Intervall zwischen Trauma und Anfertigung der gehaltenen Röntgenaufnahmen

In der Literatur finden sich lediglich einige allgemeine Angaben über den Zeitraum nach dem Trauma, innerhalb dessen die jeweiligen Patientengruppen untersucht worden sind (1, 8, 20, 25, 27, 75, 85). (Dabei werden Intervalle zwischen Auftreten der Verletzung und Röntgenuntersuchung von 12 Stunden bis zu 6 Tagen angegeben.) Berichte über den Einfluß des zeitlichen Abstands vom Trauma auf die Ergebnisse der gehaltenen Aufnahmen liegen nicht vor.

In der vorliegenden Untersuchung sind nur 56,4 % der Patienten am gleichen Tag, an dem sie erstmals die Chirurgische Poliklinik aufgesucht haben, sofort mittels gehaltener Röntgenaufnahmen untersucht worden. Auch bei denjenigen Patienten, die sich noch am gleichen Tag, an dem sie sich die Kapselbandläsion zugezogen hatten, vorgestellt haben, war dies nur in 58,5 % der Fälle (vergleiche Tabelle 17, S. 43). Solche Zahlen verdeutlichen, daß bei den Klinikern eine Tendenz besteht, erst die akute Verletzungsphase, die ja, wie im Abschnitt 4.1.2 beschrieben, oft mit einer starken Schwellung im Bereich des Sprunggelenks einhergeht, abklingen zu lassen und eine apparative Untersuchung erst später anzuschließen.

Mit längerem Abstand zum Zeitpunkt des Unfalls ist aber keine höhere Treffsicherheit in bezug auf richtig positive Diagnosen von Bandrupturen zu erwarten. Unsere Ergebnisse

zeigen vielmehr, daß sich für die Patientengruppe, bei der noch am Tag des Traumas selbst die gehaltenen Aufnahmen angefertigt worden waren, sogar deutlich höhere Absolutwerte und Seitendifferenzen für den Taluskippwinkel ergeben haben, verglichen mit dem restlichen Patientenkollektiv.

Ein allzu langes Abwarten kann sogar einen Verlust an diagnostischen Möglichkeiten zur Folge haben. Wenn man sich bei unsicherem klinischen Untersuchungsbefund und grenzwertigem Befund in den gehaltenen Röntgenaufnahmen die Möglichkeit einer Arthrographie zur Klärung der Diagnose offenhalten will, muß bedacht werden, daß die Arthrographie mit zunehmendem Abstand vom Trauma vermehrt falsch negative Ergebnisse liefert (29, 44, 50, 73, 75, 85, 90, 107, 110). Die Meinungen darüber gehen auseinander, ob dieser Effekt, der auf einer sekundären Verklebung der Rupturstellen beruht, bereits nach 24 Stunden (110) oder erst nach 72 Stunden (50, 73, 85) eintritt. Im wesentlichen kann jedoch davon ausgegangen werden, daß bei einer Arthrographie des Sprunggelenks innerhalb von 2 Tagen nach Eintritt der Verletzung aussagekräftige Ergebnisse zu erwarten sind. Wir haben aus dieser Überlegung heraus diejenigen Patienten, deren gehaltene Aufnahmen innerhalb von 2 Tagen nach dem Unfallereignis angefertigt worden sind, den übrigen Patienten gegenübergestellt, bei denen dies erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte. Dabei fanden wir hinsichtlich der von uns untersuchten Instabilitätsparameter keine Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen. Auch die prozentuale Verteilung der für die Untersuchung angestrebten Belastung von 200 N zeigte zwischen diesen beiden Untergruppen nur unwesentliche Differenzen, wie im Abschnitt 4.3.2.6 beschrieben.

Da 3 der Meßwerte für die Instabilität von Sprunggelenken keine Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand zum Trauma zeigten und der Taluskippwinkel bei kurzem Intervall zwischen Unfall und Röntgenuntersuchung sogar höhere Werte aufwies, eine Arthrographie in diagnostischen Zweifelsfällen aber nur während eines beschränkten Zeitraums möglich ist, sollten nach unserer Auffassung die gehaltenen Röntgenaufnahmen möglichst

frühzeitig durchgeführt werden, spätestens jedoch am zweiten Tag nach dem Auftreten der Verletzung.

5.3.2.2.4 Projektion

In der Literatur wird zwar betont, daß eine korrekte Einstellung des Sprunggelenks für die gehaltenen Röntgenaufnahmen wichtig ist, da die Messungen sonst schwierig bis unmöglich sein können (42, 68, 71), ausführliche Angaben zu diesem Thema fehlen aber meist. Wie unsere Untersuchung zeigen konnte, ist eine unzureichende Projektion, vor allem bei seitlichen Aufnahmen, im klinischen Alltag keine Seltenheit (siehe die Tabellen 20a und 20b, S. 52 f.) Deshalb erscheint es wenig ratsam, diese Fälle, wie es mitunter geschieht (35, 44, 50, 62), für wissenschaftliche Zwecke auszuschließen. Vielmehr verdient dieser Themenkreis eine gesonderte Betrachtung.

In den a.p.-Aufnahmen kann der Winkel zwischen Talus- und Tibiagelenkfläche bei einer Verkipfung in anteriorer Richtung kleiner abgebildet werden, als er in Wirklichkeit ist. Eine Verkipfung nach fibular und/oder eine Rotationsfehlstellung können die fibulotalare Distanz kleiner erscheinen lassen. In Übereinstimmung mit dieser Überlegung fanden wir als Tendenz, daß die Meßwerte für die fibulotalare Distanz umso niedriger wurden, je schlechter die Projektion in den Aufnahmen bewertet worden war, was im Extremfall dazu führt, daß sich Fibulaspitze und Talus übereinander projizieren und die fibulotalare Distanz damit nicht mehr meßbar ist. Dieser Zusammenhang zwischen der Weite des fibulotalaren Gelenkspalts und der Abbildungsqualität in den a.p.-Aufnahmen wurde auch von anderen Autoren beobachtet (35, 63).

In den seitlichen Aufnahmen bleibt eine Verkipfung in anterior-posteriorer Richtung ohne Einfluß auf die Bestimmung des Talusvorschubs, während sowohl eine Verkipfung in tibiofibularer Richtung als auch eine Innen- oder Außenrotation dazu führen können, daß der Talusvorschub im Vergleich zur orthograden Projektion zu klein bestimmt wird. In der realen Situation wird es meist zu einer Fehlstellung in mehr als

einer Bewegungsrichtung kommen, sodaß sich die einzelnen Effekte überlagern. Dennoch ist das Denkschema der drei Bewegungsachsen, das auch unseren Bewertungskriterien für die Projektion (siehe Abschnitt 4.3.2.5) zugrundeliegt, hilfreich, insbesondere bei der Auswertung nicht achsengerechter Aufnahmen, da man hierfür die projektionsbedingten Einschränkungen der einzelnen Meßmethoden kennen und berücksichtigen muß, um zu einer korrekten Gesamtbeurteilung zu kommen.

Wir fanden in der Bewertung der Projektion in beiden Aufnahmeebenen keine Unterschiede zwischen der verletzten und der unverletzten Seite. Vielmehr wurde die Projektion auf beiden Seiten überzufällig häufig gleich bewertet (vergleiche die Tabellen 21a und 21b, S. 54). Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß die Ursachen schlechter Aufnahmen nicht schmerzbedingt, sondern auf verletzter und unverletzter Seite die selben und daher im Untersuchungsgang selbst zu suchen sind. Als Fehlerquellen kommen eine unzureichende Fixierung des Beines und eine zu geringe oder zu starke Kompensation von Rotationsfehlstellungen des Beines in Frage. Wie im Abschnitt 5.3.2.1.3 dargestellt, wird in der Literatur empfohlen, die gehaltenen Aufnahmen in 15° bis 30° Innenrotation anzufertigen, um die konstante Außenrotation des oberen Sprunggelenks zu kompensieren (6, 7, 12, 15, 17, 23, 30, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 51, 57, 62, 68, 79, 71, 78, 69, 85, 92, 94, 96, 107, 110). (Die in der vorliegenden Arbeit ausgewerteten Aufnahmen wurden in beiden Ebenen routinemäßig in 20° Innenrotation angefertigt.) Da die Außenrotation der Achse von Unterschenkel und Talus zwischen 0° und 22° schwanken kann (81), empfehlen HACKENBRUCH et al. 1979, daß die gehaltenen Aufnahmen, um Doppelkonturen zu vermeiden, in der Stellung angefertigt werden sollten, in der die gedachte Verbindungslinie der beiden Malleolen horizontal verläuft. (Hilfsmittel zum Erkennen und Kompensieren der Rotationsstellung des Unterschenkels werden von MIEHLE 1980 und von RUBIN und WITTEN 1960 angegeben.) Ob durch ein solches individuell angepaßtes Vorgehen bessere Abbildungsverhältnisse zu erreichen sind, kann von uns noch nicht beurteilt werden und müßte

durch eine weitere Studie untersucht werden.

Sowohl auf der verletzten Seite als auch auf der Gegenseite wurden die seitlichen gehaltenen Aufnahmen von uns hinsichtlich der Projektion hoch signifikant häufiger mit "schlecht" bewertet als die gehaltenen a.p.-Aufnahmen. Dies stimmt mit den Erfahrungen anderer Autoren überein (35, 37, 109). So berichten FRÖHLICH et al. 1984b, daß bei der Auswertung ihrer Leichenexperimente die Bestimmung des Talusvorschubs trotz mehrmals wiederholter Aufnahmen immer wieder durch Doppelkonturen erschwert war. Es muß also neben den bereits aufgeführten Mechanismen, die für a.p.- und seitliche Aufnahmen gleichermaßen gelten, noch weitere Ursachen geben, die für das gehäufte Auftreten von unzureichenden Projektionen in den seitlichen Aufnahmen verantwortlich sind. Zwei Erklärungsmöglichkeiten bieten sich an:

Nur wenn die Kraft, die die Subluxation im oberen Sprunggelenk provozieren soll, exakt in anterior-posteriorer Richtung ausgeübt wird, kann es zu einer reinen Dorsalverschiebung der Tibia gegenüber dem Talus kommen, was ohne Einfluß auf die Abbildungsqualität der seitlichen Aufnahmen bleibt, da eine solche Bewegung nur in der Sagittalebene abläuft. Wird der kraftausübende Support exzentrisch angesetzt, d. h. liegt er nicht genau der Tibiavorderkante an, sondern etwas weiter tibial- oder fibularseitig, so können zusätzliche Drehkräfte auftreten. Rotationsfehler sind aber die hauptsächliche Ursache von Fehlprojektionen und dem damit verbundenen Auftreten von Doppelkonturen in den seitlichen Aufnahmen. Da die Tibiavorderkante relativ scharfkantig ist, ist es leicht vorstellbar, daß der verhältnismäßig breite Support während der Untersuchung etwas abrutscht, insbesondere nach fibular, was dann eine Innenrotationskomponente zur Folge hat. Ob der Support exzentrisch angesetzt hat oder nicht, läßt sich in den seitlichen Röntgenbildern nicht mehr objektivieren, da nur Verkipnungen des Supports nach proximal oder nach distal dargestellt werden, nicht jedoch solche nach tibial oder fibular. Für die Anfertigung von gehaltenen Aufnahmen in a.p.-Projektion spielt dieser Mechanismus keine Rolle: Obwohl der Support tibialseitig ansetzt, wird die Kraft hier

nicht in rein tibio-fibularer Richtung ausgeübt, sondern es kommt - bei fixierter Ferse und freiem Vorfuß - aufgrund der Gelenkmechanik zu einer Kombinationsbewegung aus Supination, Plantarflexion und Adduktion wie beim Umknicktrauma selbst.

Eine zweite Erklärungsmöglichkeit für das häufigere Vorkommen von schlechten Projektionen bei seitlichen Aufnahmen beruht auf Überlegungen zur Pathophysiologie des Sprunggelenks: Bei intaktem Bandapparat verhindern die nach vorne gerichteten fibularen und tibialen Bandkomponenten ein Herausgleiten des Talus aus der Malleolengabel und haben damit eine ähnliche Funktion wie das vordere Kreuzband am Knie (34, 39). Da bei einer Bandruptur am Sprunggelenk im allgemeinen nur die fibularen Bänder betroffen sind, kommt es nach Meinung zahlreicher Autoren (3, 4, 9, 11, 23, 33, 39, 42, 57, 63, 71, 92, 94, 103, 107) beim Prüfen des Talusvorschubs nicht nur zu einer relativen Bewegung des Talus nach vorne, sondern noch zu einer zusätzlichen Innenrotationsbewegung um eine Achse nahe der intakt gebliebenen tibialen Bandstrukturen (Lig. deltoideum). (Nach Durchtrennung des Lig. talofibulare posterius ist ein Zunahme der Innenrotation auch experimentell (77) belegt.) Diese Innenrotationskomponente könnte eine nicht Überlagerungsfreie Projektion der Talusrolle auf den seitlichen Röntgenbildern zur Folge haben.

In Übereinstimmung mit diesen Überlegungen fanden wir nicht nur die absolut höchsten Meßwerte, sondern auch gehäuft sehr hohe Meßwerte für Talusvorschub und Schubladenindex auf Bildern, deren Projektion wir als "schlecht" eingestuft hatten. Gegen diese zweite Erklärungsmöglichkeit spricht allerdings, daß wir die Projektion auf der verletzten Seite mit ihren meist deutlich größeren Meßwerten nicht signifikant häufiger als "schlecht" bewertet haben.

Die Häufigkeit von technisch unzureichenden gehaltenen Aufnahmen, die die Messung der Instabilitätsparameter durch das Auftreten von Doppelkonturen erschweren können, läßt sich durch Verbesserung der Untersuchungstechnik wohl reduzieren, doch werden solche Abbildungsfehler, vor allem bei seitlichen gehaltenen Aufnahmen, nicht immer völlig zu vermeiden sein.

5.3.2.3 Meßwerte des Gesamtkollektivs

In diesem Abschnitt werden die ermittelten Absolutwerte auf der verletzten Seite und die Seitendifferenzen der Meßwerte mit den aus der Literatur bekannten Werten verglichen. Die Ergebnisse auf der unverletzten Gegenseite werden im Zusammenhang mit dem Problem des Normalkollektivs im Abschnitt 5.3.2.6 besprochen.

5.3.2.3.1 Taluskippwinkel

Die von uns auf der verletzten Seite gemessenen Werte für den Taluskippwinkel (Mittelwert $\bar{x} = 13,5^\circ$, Streubreite 1° bis 39° ; siehe Tabelle 12a, S. 34 bzw. Abbildung 5, Anhang) stimmen mit den in einer Reihe von Veröffentlichungen mitgeteilten Ergebnissen überein (1, 35, 37, 40, 79, 88, 89, 109, 110), wobei einige dieser Arbeiten allerdings bei gleichen Durchschnittswerten über eine im Vergleich zu unserer Untersuchung kleinere (89, 109, 110) oder größere (1, 79) Streubreite berichten. (Die höchsten, in klinischen Studien gefundenen Werte für den Taluskippwinkel liegen bei 46° (79), 51° (70) und 54° (1) und damit über unserem Maximalwert von 39° .)

Andere Autoren berichten über insgesamt niedrigere (42, 54, 72, 85, 97, 100) oder insgesamt höhere Meßergebnisse (25, 46, 80). Diese unterschiedlichen Resultate lassen sich einerseits durch die Miterfassung von Patienten mit arthrographisch positiven Befunden bei negativen gehaltenen Aufnahmen (75, 85) bzw. durch eine andere Zusammensetzung des Patientenkollektivs (Kinder) (54, 100) erklären, andererseits dadurch, daß der Schwellenwert des Pathologischen höher angesetzt war als bei uns (25, 46, 80). In den beiden Arbeiten, bei denen sich keine eindeutigen Erklärungsmöglichkeiten anbieten (42, 97), könnten die im Vergleich zu uns niedrigeren Ergebnisse möglicherweise damit zusammenhängen, daß sie durch handgehaltene Aufnahmen ermittelt worden sind.

Obwohl eine Vielzahl von Autoren die Bedeutung des Unter-

schieds zur unverletzten Gegenseite betont (6 - 8, 12, 14, 18, 20, 21, 25, 34, 35, 40 - 42, 45, 46, 51, 53, 54, 57, 69, 70, 73, 78, 79, 89, 92, 94, 99, 104, 106, 109, 110), finden sich in der einschlägigen Literatur nur verhältnismäßig wenige aussagefähige Erfahrungsberichte mit konkreten Zahlenangaben über die Seitendifferenzen des Taluskippwinkels. Unsere Meßergebnisse (Mittelwert $\bar{x} = 10,5^\circ$, Streubreite von -3° bis 29° ; siehe Tabelle 14a, S. 38 bzw. Abbildung 8, Anhang) entsprechen den Angaben von VAN MOPPES et al. 1981 sowie von FRÖHLICH et al. 1980 und 1984b. Über ähnliche Durchschnittswerte für die Seitendifferenzen des Taluskippwinkels bei allerdings geringerer Streubreite berichten - wie auch schon bei den Absolutwerten - SCHNEIDER und VON LAER 1981 und ZWIPP et al. 1982 und 1983. Im Vergleich zu unseren Meßergebnissen fanden HACKENBRUCH et al. 1979 und PRINS 1978 kleinere, EVANS et al. 1979 und HOLZACH et al. 1984 größere Unterschiede zwischen verletzter und unverletzter Seite. Die Erklärungsmöglichkeiten für diese Diskrepanzen entsprechen den bei den Absolutwerten aufgeführten.

5.3.2.3.2 Fibulotalare Distanz

Mehrere Autoren weisen auf die Weite des fibulotalaren Gelenkspalts als zusätzliches diagnostisches Kriterium hin, ohne dazu Zahlenmaterial anzubieten (30, 63, 78, 79, 88, 103). Dieses findet sich unseres Wissens nach bisher nur in zwei Arbeiten: FRÖHLICH et al. 1984b fanden in einer experimentellen Untersuchung an Leichensprunggelenken im Mittel ähnliche Werte für die fibulotalare Distanz wie wir (Mittelwert $\bar{x} = 11,0$ mm; siehe Tabelle 12a, S. 34). Die Streubreite unserer Meßergebnisse (3 mm bis 18 mm; siehe Tabelle 12a, S. 34 bzw. Abbildung 6, Anhang) ist allerdings etwas geringer. Insbesondere fanden FRÖHLICH et al. 1984b höhere Maximalwerte (bis zu 24 mm).

Unsere Ergebnisse für die Seitendifferenzen der fibulotalaren Distanz (Mittelwert $\bar{x} = 3,0$ mm, Streubreite -6 mm bis 8 mm; siehe Tabelle 14a, S. 38 bzw. Abbildung 9, Anhang) ent-

sprechen weitgehend den klinischen Ergebnissen von FRÖHLICH et al. 1980 und liegen etwas niedriger als die experimentellen Befunde von FRÖHLICH et al. 1984b.

5.3.2.3.3 Talusvorschub

Von den Autoren, die ihre Erfahrungen mit dem Haltegerät nach SCHEUBA publiziert haben, fanden HOLZACH et al. 1984, LUDOLPH et al. 1984 sowie SCHMÜLLING und WEISS 1981 Werte für den Talusvorschub auf der verletzten Seite, die mit unseren Ergebnissen (Meßmethode zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle: Mittelwert $\bar{x}$ = 8,5 mm, Streubreite 4 mm bis 15 mm; siehe Tabelle 12b, S. 35 bzw. Abbildung 7a, Anhang; Meßmethode in Richtung auf die Mitte des Talus: Mittelwert $\bar{x}$ = 9,0 mm, Streubreite 4 mm bis 17 mm; siehe Tabelle 12b, S. 35 bzw. Abbildung 7b, Anhang) übereinstimmen. Auch die Ergebnisse von FRÖHLICH et al. 1984b, GRACE 1984 sowie von ZWIPP et al. 1982 und 1983 entsprechen unseren Erfahrungen, wobei allerdings in der letztgenannten Arbeit bei ähnlichem Mittelwert ein deutlich kleinerer Maximalwert für den Talusvorschub beschrieben ist. Umgekehrt berichten FRÖHLICH et al. 1980 über einen geringeren Durchschnittswert bei gleicher Streubreite wie in unserer Untersuchung.

Die möglichen Ursachen dafür, warum einige Veröffentlichungen über niedrigere Werte für den Talusvorschub berichten (75, 85, 100), sind die gleichen, die bereits bei den Erörterungen zum Taluskippwinkel angeführt worden sind.

HACKENBRUCH et al. 1979 (Haltegerät nach NOESBERGER) und JEND et al. 1983 (Lagerungsbock nach SEILER und HOLZRICHTER) fanden höhere Werte für den Talusvorschub als wir. Möglicherweise haben die von diesen beiden Autorengruppen verwendeten Haltevorrichtungen aufgrund ihres andersartigen Konstruktionsprinzips den Vorteil, daß die Richtung der ausgeübten Kraft besser festgelegt ist und als Folge davon die im Abschnitt 5.3.2.2.4 beschriebene Gefahr des Auftretens von unerwünschten Drehkräften nicht oder nur in geringerem Umfang besteht. Andererseits haben diese beiden Haltegeräte den

Nachteil, daß sie nur gehaltene Aufnahmen in seitlicher, nicht aber in a.p.-Projektion erlauben.

Ähnlich wie über die Seitendifferenzen des Taluskippwinkels gibt es auch über die Seitendifferenzen des Talusvorschubs nur wenig ausführliches Zahlenmaterial. Unsere diesbezüglichen Ergebnisse (Meßmethode zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle: Mittelwert $\bar{x} = 2,5$ mm, Streubreite -2 mm bis 8 mm; siehe Tabelle 14b, S. 39 bzw. Abbildung 10a, Anhang; Meßmethode in Richtung auf die Mitte des Talus: Mittelwert $\bar{x} = 2,5$ mm, Streubreite -3 mm bis 8 mm; siehe Tabelle 14b, S. 39 bzw. Abbildung 10b, Anhang) stimmen mit den Ergebnissen von FRÖHLICH et al. 1984b, von HOLZACH et al. 1984 und von ZWIPP et al. 1982 und 1983 überein, wobei in der letztgenannten Arbeit wiederum bei ähnlichem Mittelwert ein deutlich kleinerer Maximalwert bestimmt worden ist. Wie schon bei den Absolutwerten des Talusvorschubs berichten HACKENBRUCH et al. 1979 auch bei den Differenzen zwischen verletzter und gesunder Seite über höhere als die bei uns aufgetretenen Werte.

Ein Vergleich zwischen den beiden gängigen Meßmethoden für den Talusvorschub (genaue Beschreibung siehe Abschnitt 3.3) wurde bislang - soweit uns bekannt - nicht veröffentlicht. Unsere Auswertung beider Meßtechniken zeigt, daß im Mittel keine gravierenden Unterschiede zwischen der Anwendung der einen oder der anderen Methode zu erwarten sind. Dies entspricht den Erfahrungen aus der Literatur: Die teilweise unterschiedlichen Resultate in den verschiedenen Arbeiten lassen sich nicht durch die Art der Meßmethode erklären.

Bei der Anwendung beider Meßtechniken auf das gleiche Untersuchungsmaterial konnten wir allerdings feststellen, daß mit der Meßtechnik B größere Werte für den Talusvorschub resultieren können, die im Einzelfall bis zu 2 mm über den nach Methode A bestimmten liegen (siehe Tabelle 15, S. 40). Das ist vor allem bei höheren Meßwerten der Fall (siehe Tabelle 16, S. 41). Deshalb sollte innerhalb einer Klinik der Talusvorschub auch von verschiedenen Untersuchern grundsätzlich nur nach einer der beiden Methoden bestimmt werden.

Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen sind beide Meßtechniken im Prinzip gleichwertig. Dafür spricht auch die praktisch gleich gute Reproduzierbarkeit beider Verfahren (vergleiche Abschnitt 4.3.4.2). Uns erscheint dennoch die Methode A empfehlenswerter: Sie ist bei Verwendung eines durchsichtigen Maßstabs leicht und schnell durchführbar. Für die Methode B sind neben dem distalsten Punkt der posterioren Tibiagelenkfläche und der Kante der Talusrolle noch drei weitere Referenzpunkte notwendig: Das anteriore und das posteriore Ende der Überknorpelten Talusrolle sowie die Mitte der Verbindungslinie dieser beiden Punkte. Diese aufwendigere Technik liefert aber keine Mehrinformation gegenüber der Methode A, die mit den beiden erstgenannten Bezugspunkten auskommt, und kompliziert die Bestimmung des Talusvorschubs somit unnötig. Hinzu kommt, daß, wie im Abschnitt 5.3.2.2.4 dargestellt, bei den seitlichen gehaltenen Aufnahmen in einem nicht geringen Prozentsatz mit dem Auftreten von Doppelkonturen aufgrund unzureichender Projektion gerechnet werden muß. Da in solchen Fällen die Messung von bzw. bis zur Mitte der Doppelprojektionen erfolgen soll (109), müssen beim Vorgehen nach Methode B gegebenenfalls maximal vier Referenzpunkte auf diese Art und Weise ermittelt werden, sodaß bei der Bestimmung des Mittelpunkts der Talusrolle eine Genauigkeit vorge täuscht werden kann, die in Wirklichkeit möglicherweise gar nicht erzielt wird.

Deshalb sollte der Talusvorschub nach unserer Ansicht bestimmt werden als kürzeste Entfernung zwischen dem distalsten Punkt der dorsalen Tibiagelenkfläche und dem nächstgelegenen Punkt der Talusrolle (Methode A).

5.3.2.3.4 Schubladenindex

Über diese Meßmethode zur Objektivierung der anterior-posterioren Instabilität liegen erst sehr wenige Erfahrungsberichte vor. KLOTTER et al. 1983 fanden - allerdings bei der Untersuchung von Kindern - ebenfalls mit dem Haltegerät nach SCHEUBA in 12,5 % der Fälle mit operativ bestätigter Bandruptur einen Schubladenindex unterhalb des von LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 angegebenen Schwellenwertes von 90, was ziemlich genau mit unseren Ergebnissen übereinstimmt (10,5 % d. F. unter 90; siehe Tabelle 11, S. 32). Die von LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 an Patienten ohne Schmerzausschaltung ermittelten Werte für den Schubladenindex liegen insgesamt deutlich niedriger als unsere Meßergebnisse (Mittelwert $\bar{x}$ = 202, Streubreite 50 bis 517; siehe Tabelle 12b, S. 35 und Tabelle 11, S. 32 bzw. Tabelle 35, S. 75), was möglicherweise durch die recht geringe Belastung (Sandsack mit 4 kg Gewicht) in deren Studie bedingt ist. Unsere Resultate für den Schubladenindex auf der verletzten Seite entsprechen in etwa denen, die LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 bei ihren Patienten nach Lokalanästhesie der Region distal des Außenknöchels erzielt haben.

Die von uns gefundenen, signifikant höheren Meßwerte bei den weiblichen Patienten ($p < 0,01$) sind vermutlich darauf zurückzuführen, daß es sich beim Schubladenindex um eine relative Größe handelt, die den weniger kräftigen Knochenbau des weiblichen Geschlechts mit berücksichtigt: Denn wenn die Länge der Tibiagelenkfläche (Wert B) kleiner ist, wird der Schubladenindex größer.

Obwohl in den beiden zitierten Veröffentlichungen, die sich mit dem Schubladenindex befaßt haben, die Wichtigkeit eines Seitenvergleichs betont wird, bieten sie kein Zahlenmaterial über die Seitendifferenzen des Schubladenindex. Unsere diesbezüglichen Meßergebnisse können daher leider nicht mit den Resultaten anderer Autoren verglichen werden.

5.3.2.4 Meßwerte bei den einzelnen Rupturformen und Röntgendiagnose über den Schweregrad der Verletzung

In experimentellen Untersuchungen an Leichensprunggelenken wurde wiederholt ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Anzahl der durchtrennten Bandstrukturen und der Zunahme der gemessenen Instabilitätsparameter beobachtet (3, 4, 23, 105). (GRACE 1984 ist sogar der Ansicht, daß eine unterschiedliche Aufklappbarkeit in verschiedenen Fußstellungen eine Differenzierung von isolierten und kombinierten Außenbandrupturen erlaubt.) In zahlreichen Publikationen wird daher die Auffassung vertreten, daß auch in der klinischen Diagnostik aus den Meßwerten in den gehaltenen Röntgenaufnahmen Rückschlüsse auf die Anzahl der rupturierten Bänder gezogen werden können (17, 18, 20, 24, 25, 42, 45, 68, 71, 72, 78, 79, 92, 96). Im Gegensatz dazu sind KÜSTER und SPRINGORUM 1983 aufgrund eigener experimenteller und klinischer Erfahrungen der Meinung, ein derartiger Zusammenhang lasse sich zwar im Experiment an der Leiche nachweisen, bei der klinischen Anwendung gäbe es jedoch stärkere Abweichungen von dieser Regel. FRÖHLICH et al. 1984b und LUDOLPH et al. 1984 fanden in ihren Leichenexperimenten zwischen den einzelnen Verletzungstypen starke Überlappungen der jeweils bestimmten Meßgrößen. Dies entspricht unseren klinischen Ergebnissen (siehe die Tabellen 18a und 18b, S. 46 f.) und den klinischen Erfahrungsberichten anderer Autoren (10, 27, 46, 50, 54, 75, 85).

Im Mittelwertvergleich ergaben sich bei den von uns untersuchten Meßgrößen statistisch auffällige oder signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Rupturformen nur beim Absolutwert des Taluskippwinkels - in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von HOLZACH et al. 1984 - und/oder bei der Seitendifferenz des Taluskippwinkels. Trotz dieser Unterschiede sind, wie im Abschnitt 4.3.2.3 ausführlich beschrieben, die Überlappungen zwischen den Untergruppen derartig hoch, daß im speziellen Fall keine Diagnose über die Anzahl der gerissenen Bänder mehr möglich ist. Allenfalls besteht, da der größte Taluskippwinkel bei isolierter Ruptur des Lig. talofibulare

anterior von uns mit 21° gemessen wurde, bei Winkeln über 20° eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine kombinierte oder eine totale Außenbandruptur, was aber in unserer Untersuchung nur 16mal (15,0 %) der Fall war.

Wie auch andere Autoren (46, 85, 110) konnten wir für den Talusvorschub keinerlei statistisch aussagefähige Unterschiede zwischen den Fällen mit Ruptur einer, zweier oder aller drei fibulärer Bandstrukturen finden. Wir können daher die in einigen Arbeiten vertretene Meinung, mit Hilfe des Talusvorschubs sei eine Differenzierung zwischen isolierten und kombinierten Bänderrissen möglich (20, 42, 71), nicht teilen.

Diese Ergebnisse werden durch unsere Erfahrungen mit dem Versuch, das Ausmaß der Verletzung nach dem Befund der gehaltenen Aufnahmen zu diagnostizieren, bestätigt (vergleiche Tabelle 19, S. 49). (Aus der Literatur sind uns keine Berichte über eine solche Problemstellung bekannt.) Zwar wurden die beiden Extreme, isolierte Ruptur des Lig. talofibulare anterior und Ruptur aller drei Bänder, nur sehr selten verwechselt, aber insgesamt betrachtet wurde der Schweregrad der Verletzung nur in etwa der Hälfte der Fälle richtig getroffen: Die geringe Sensitivität von 50,5 %, die sich auch bei alleiniger Berücksichtigung der von uns als "sicher" angesehenen Röntgendiagnosen nur auf 60,7 % erhöhte, und ein Anteil von 46,6 % falsch negativer Diagnosen unterstreichen deutlich, daß aufgrund der gehaltenen Röntgenaufnahmen keine sichere Vorhersage über die Anzahl der gerissenen Bänder möglich ist. (Auch wenn nur Aufnahmen mit "guter" und "akzeptabler" Projektion für die Auswertung berücksichtigt worden wären, so hätte sich die Quote der richtig positiven bzw. der falsch negativen Röntgendiagnosen über den Schweregrad der Verletzung dadurch nur unwesentlich verbessern lassen.)

Ein zusätzliches Argument liefern unsere Untersuchungen zur Objektivität der Röntgendiagnose (vergleiche Abschnitt 4.3.3.1): Schon die Tatsache, daß in den präoperativen Röntgenbefunden nur 27mal (25,2 %) das Ausmaß der zu erwartenden Läsion präzisiert worden ist, spricht dafür, daß eine Prognose über die Zahl der gerissenen Bandstrukturen als unsicher

angesehen wurde. Obwohl die Grundlagen der Beurteilung die gleichen waren wie beim ursprünglichen Röntgenbefund, nämlich Taluskippwinkel, Talusvorschub und die Unterschiede zur Gegenseite, stimmten unsere Diagnosen bezüglich der Ausdehnung des Bänderisses nur in 53,3 % der Fälle mit den präoperativen Diagnosen überein. Dieses Resultat zeigt deutlich, wie sehr eine derartige Prognose vom subjektiven Eindruck des jeweiligen Untersuchers abhängt.

Neben der schmerzreflektorischen oder durch eine nicht ausreichende Belastungsdauer bedingten muskulären Gegenspannung des Patienten kommen als Erklärung für die Unzuverlässigkeit einer Diagnose über die Anzahl der tatsächlich rupturierten Bänder in erster Linie anatomische und pathophysiologische Faktoren in Betracht. Wenn versucht wird, mittels gehaltener Aufnahmen eine Instabilität im Sprunggelenk nachzuweisen, können die im Abschnitt 2.1 ausführlich dargestellten Variationen in Struktur und Verlauf des fibularen Bandapparates eine Rolle spielen, insbesondere die Verlaufsrichtung des Lig. calcaneofibulare, das mit der Plantarebene Winkel von 0° bis zu 90° bilden kann (82, 87). Nach PRINS 1978 und RASMUSSEN et al. 1983 ist eine fibuläre Aufklappbarkeit im Sprunggelenk umso eher möglich, je mehr das Lig. calcaneofibulare in horizontaler Richtung verläuft. COX und HEWES 1979 vertreten eine ähnliche Auffassung, daß nämlich der Winkel zwischen den Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare von entscheidender Bedeutung für die Stabilität im Sprunggelenk ist (optimale Stabilität bei 90°, Variationsbreite 70° bis 140°). Da nach einer Ruptur des Lig. talofibulare anterius das Sprunggelenk dann durch das Lig. calcaneofibulare je nach Verlaufsrichtung unterschiedlich stark stabilisiert wird, könnte dieser Unterschied zur großen Variationsbreite der Meßwerte bei isolierter Außenbandruptur beitragen und die starke Überlappung mit den Meßwerten bei kombinierter Außenbandruptur erklären.

Auch das Vorhandensein oder Fehlen eines selbstständigen Lig. talocalcaneare laterale zwischen den Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare (4, 65, 75, 81, 82, 110) dürfte

in diesem Zusammenhang von Bedeutung sein, da diese Bandstruktur das Sprunggelenk möglicherweise zusätzlich stabilisiert und nach einem Riß des vordersten Bandes die Ausdehnung des Kapselrisses in posteriorer Richtung begrenzen kann. Daß die Länge des Kapselrisses einen Einfluß auf die Meßgrößen der gehaltenen Aufnahmen hat, wird in mehreren Veröffentlichungen betont (3, 4, 9, 12, 40, 61, 97). (Lediglich VAN MOPPES et al. 1981 sehen ausdrücklich keinen derartigen Zusammenhang.) ANDERSON et al. 1952 beobachteten experimentell nach zusätzlicher Durchtrennung der lateralen Kapsel gegenüber der alleinigen Durchtrennung des Lig. talofibulare anterius einen Anstieg des Taluskippwinkels bis zu 7°. LINDSTRAND 1977 fand eine signifikante Korrelation zwischen Subluxierbarkeit des Talus nach vorne und der intraoperativ gemessenen Länge des Risses der antero-lateralen Kapsel. (Ob, wie von FRICK 1978 beobachtet, eine zusätzliche (Teil-)Ruptur des Lig. deltoideum den Meßwert des Talusvorschubs vergrößert, kann nicht beurteilt werden, da eine derartige Zusatzverletzung in unserem Patientenkollektiv nur 1mal beschrieben war.)

Diese Überlegungen und unsere eigenen Ergebnisse zeigen deutlich, daß aufgrund von gehaltenen Röntgenaufnahmen eine sichere Diagnose über die Anzahl der rupturierten Bänder am Sprunggelenk nicht erwartet werden darf, was auch von einer Reihe anderer Autoren betont wird (5, 12, 16, 21, 27, 35, 37, 44, 46, 50, 54, 65, 70, 85, 88, 89, 99). Da auch bei ausgehnteren Verletzungsmustern niedrige Meßwerte vorkommen, kann eine Unterscheidung zwischen isolierten und kombinierten Außenbandrupturen, die für einige Autoren (3, 55, 56, 75, 97, 102) therapeutische Konsequenzen hat (operative Behandlung nur bei Riß der Ligg. talofibulare anterius und calcaneofibulare), mittels gehaltener Aufnahmen nicht getroffen werden. Mit LUDOLPH et al. 1984 und SCHNEIDER und VON LAER 1981 stimmen wir darin überein, daß durch die gehaltenen Aufnahmen nur die Frage geklärt werden soll, ob überhaupt eine fibulare Bandruptur vorliegt. Das genaue Ausmaß der Läsion kann dann bei einer gegebenenfalls notwendigen operativen Revision festgestellt werden.

5.3.2.5 Fälle ohne Bandruptur

In den Publikationen, die Angaben über die Fälle machen, bei denen sich anlässlich der operativen Revision keine Bandruptur gezeigt hatte, liegt diese Quote zwischen 2 % und 7 % (9, 12, 50, 51, 88, 89, 100). Über die Meßwerte dieser als falsch positiv zu wertenden Befunde finden sich in der einschlägigen Literatur keinerlei Angaben. (Eine mögliche Erklärung dafür, warum die eigene Quote mit 5,5 % relativ hoch liegt, wurde bereits im Abschnitt 5.2 erörtert.)

Für die von uns untersuchten Meßgrößen bestand lediglich in der Seitendifferenz des Taluskippwinkels ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe ohne Bandruptur ($\bar{x} = 4,5^\circ$) und dem Rest des Gesamtkollektivs ($\bar{x} = 11,0^\circ$). Dennoch überlappen sich die Werte in den beiden Untergruppen stark: 27 Patienten mit Bandruptur (27,8 %) hatten eine Seitendifferenz des Taluskippwinkels von 7° oder darunter, dem Maximalwert in der Gruppe ohne Ruptur. Sie wären, alle oder ein Teil von ihnen, falsch negativ diagnostiziert worden, wenn die Seitendifferenz des Taluskippwinkels als hauptsächliches Kriterium zur Vermeidung falsch positiver Befunde gewertet worden wäre.

Andererseits fällt auf, daß bei den Fällen ohne Ruptur gehäuft hohe Werte für den Talusvorschub auftraten, auch wenn der Mittelwertvergleich kein signifikantes Ergebnis lieferte. Das legt die Vermutung nahe, daß zumindest in 5 Fällen der Befund der seitlichen Aufnahme ein wesentliches Kriterium für die Diagnose einer Bandruptur war. Daraus läßt sich als Konsequenz ableiten, daß in Einzelfällen auch ohne Vorliegen eines (frischen) Bänderrisses hohe Werte für den Talusvorschub auftreten können. ZWIPP et al. 1982 sehen einen Zusammenhang zwischen großem Talusvorschub auf den Röntgenbildern von unverletzten Sprunggelenken und anatomischen Varianten in der Form des Talus (Hypotrophie des posterioren Talus, radiologisch kurzer, gedrungener Talus mit Konvexität der posterioren Gelenkfläche, dadurch Vergrößerung des Abstands zur distalen Tibia). Bei unseren Fällen ohne Bandruptur lagen keine derartigen Formvarianten vor.

Sehr wichtig erscheint, daß nur bei 2 unserer Patienten ohne Bänderriß intraoperativ kein altes Narbengewebe beschrieben worden ist. Einer davon war zudem erst 13 Jahre alt, sodaß in diesem Fall möglicherweise die vermehrte Dehnbarkeit des kindlichen Kapselbandapparates nicht genügend berücksichtigt worden ist. Einige Autoren (54, 88, 89, 104, 109) weisen nämlich darauf hin, daß im Kindesalter nicht so sehr die Absolutwerte, sondern vor allem die Unterschiede zur Gegenseite für die Diagnose einer Bandruptur entscheidend sind.

4 Patienten ohne erneuten Bänderriß wiesen bei der Operation Narbengewebe auf, was auf früher abgelaufene Umknicktraumen hinweist. Einer dieser Patienten bot einen Taluskippwinkel von 20° . Im Gegensatz zu RUBIN und WITTEN 1960, die an 100 Normalpersonen einen maximalen Winkel von 23° fanden und dies als physiologische Variationsbreite auffassen, sind ZWIPP et al. 1982 der Meinung, daß derart hohe Winkel auch bei Beschwerdefreiheit (Kompensation durch kräftige Unterschenkelmuskulatur möglich) nicht als Normalbefund angesehen werden dürfen. Da unsere Fälle mit Narbengewebe, aber ohne erneute Bandruptur, wiederum Umknicktraumen erlitten hatten, können sie keineswegs als beschwerdefrei gelten. Muskuläre Kompensationsmechanismen haben offensichtlich nicht ausgereicht, um der aus einem oder mehreren früheren Traumen resultierenden Lockerung des Kapselbandapparates entgegenzuwirken. Bereits ANDERSON und LECOCQ 1954 empfehlen bei instabilen Sprunggelenken nach alten Traumen die operative Raffung des insuffizienten Narbengewebes. Laut BROSTRÖM 1966 profitieren Patienten mit einer Vorschädigung besonders von einer operativen Therapie. Wenn man dies berücksichtigt, kann die bei diesen 4 Patienten gestellte Operationsindikation nicht als falsch positiv gelten. Insbesondere muß bei einem Patienten mit einem oder mehreren Umknicktraumen in der Anamnese und einer erneuten derartigen Verletzung ein Taluskippwinkel von 20° als pathologisch angesehen werden (Fall 1, 22 J., m., aus Tabelle 27, S. 68). Somit traten nur bei den beiden Patienten ohne Bandruptur und ohne Narbengewebe tatsächlich falsch positive Befunde auf (1,8 %).

5.3.2.6 Normalkollektive und Meßwerte der unverletzten Seite

Die auf der unverletzten Gegenseite gemessenen Instabilitätsparameter sind nicht per se von Bedeutung, sondern werden nur ermittelt, um einen Seitenvergleich zu ermöglichen. Diese Seitendifferenzen, in die die Meßwerte der Gegenseite eingehen, wurden bereits im Abschnitt 5.3.2.3 besprochen. Die Meßwerte der Gegenseite können aber auch Ausgangspunkt für die Aufstellung von Normalwerten sein. In diesem Zusammenhang werden sie hier gesondert betrachtet.

Streng genommen kann über den Zustand des Kapselbandapparates auf der Gegenseite nichts ausgesagt werden, da er nicht operativ überprüft wird. Damit ist bereits das Hauptproblem bei der Erstellung von Normalwerten für die einzelnen Meßgrößen der Instabilität angesprochen: Wie definiert man eine Gruppe von normalen Sprunggelenken? Dazu gibt es in der Literatur verschiedene Ansätze. So existieren einige Angaben über Meßwerte an Leichensprunggelenken vor Beginn der Durchtrennungsexperimente (37, 57, 65, 109). Manche Autoren untersuchten eine Zufallsstichprobe beschwerdefreier Probanden (75, 81) oder geben die frisch traumatisierten, aber arthrographisch unauffälligen Sprunggelenke als Referenzgruppe an (85). Die meist geübte Praxis ist es jedoch, frühere Sprunggelenkstraumen in der Vorgeschichte auszuschließen (19, 42, 46, 60, 109). FRÖHLICH et al. 1980 erhielten ihr Normalkollektiv nach Ausschluß aller Fälle, die anamnestisch, klinisch oder radiologisch Hinweise auf eine frühere Außenbandläsion geboten hatten. Wir gingen noch einen Schritt weiter und definierten als Normalkollektiv alle Aufnahmen der Gegenseite, für die sich anamnestisch und/oder radiologisch kein Hinweis auf eine Vorschädigung ergeben hatte, bei denen die Belastung bekannt war und mindestens 150 N betragen hatte und deren Projektion als "gut" oder zumindest als "akzeptabel" bewertet worden war.

Da für die Diagnose einer Instabilität nur der obere Grenzwert der Norm von Bedeutung ist, ist die Beschreibung des Normalbereichs durch die Standardabweichung σ - wie sonst bei Vorliegen einer Normalverteilung üblich - nicht ge-

eignet. Wir haben daher in Anlehnung an den Bereich "Mittelwert $\mu \pm 2 \sigma$ ", innerhalb dessen 95,4 % eines normalverteilten Meßwertes liegen, die 95er Perzentile als Maß für den obersten Grenzwert des Normalkollektivs gewählt.

5.3.2.6.1 Taluskippwinkel

Die an Leichenpräparaten bestimmten Normalwerte (37, 57, 65, 109) liegen, insbesondere was die Streubreite angeht, niedriger als die Ergebnisse aus unserem klinischen Normalkollektiv (Median $\bar{x} = 3^\circ$, Streubreite: 0° bis 12° ; siehe Tabelle 28, S. 70), was möglicherweise durch die geringen Fallzahlen in diesen Studien zu erklären ist. Wenn bei Untersuchungen mit klinischen Fällen Mittelwerte angegeben sind (46, 85, 109), dann stimmen diese sehr gut mit unseren eigenen Ergebnissen überein. (Allerdings sollte in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß, da die Normwerte des Taluskippwinkels im allgemeinen keine Normalverteilung ergeben, das Bestimmen von Mittelwert und Standardabweichung wenig sinnvoll und der Median, also die 50er Perzentile, als statistische Größe besser geeignet ist.) Auch die Angaben von HACKENBRUCH et al. 1979 (noch 7 % d. F. zwischen 7° und 10°) entsprechen ebenso unseren Erfahrungen wie einige der Angaben von FRÖHLICH et al. 1980 (noch 6 - 7 % d. F. über 10°) und von RUBIN und WITTEN 1960 (44 % d. F. ohne Vorschädigung zwischen 0° und 2° ; noch 7 % der gleichen Gruppe über 10°).

Nicht bestätigen konnten wir andere Ergebnisse von FRÖHLICH et al. 1980 (nur 75 % d. F. zwischen 0° und 5° ; unsere Untersuchung: 90 % d. F. in diesem Bereich) sowie von RUBIN und WITTEN 1960 und ZWIPP et al. 1982 (noch 32 % bzw. 17 % der Fälle ohne Vorschädigung über 5° ; eigene Untersuchung: nur 10 % in diesem Bereich). Generell niedrigere Normalwerte für den Taluskippwinkel an ungeschädigten Sprunggelenken fanden COX und HEWES 1979 (90 % d. F. 0° , nur 1,7 % d. F. über 5°), was damit zusammenhängen mag, daß sie nur junge - und vermutlich muskelkräftige - Rekruten untersucht haben und auch die weiblichen Probanden bei ihnen deutlich unterreprä-

sentiert waren (nur 11 Frauen bei insgesamt 202 Fällen).

Unsere Ergebnisse für die Normalwerte des Taluskippwinkels werden zudem durch die interessanten Zahlen von PRINS 1978 weitgehend bestätigt. Er bestimmte intraoperativ bei 100 Personen, die wegen einer anderen Erkrankung operiert worden sind, den Taluskippwinkel. Obwohl dabei auch Fälle mit früheren Sprunggelenkstraumen miterfaßt worden sind und trotz Untersuchung in Vollnarkose weichen die Ergebnisse nur unbedeutend von unseren eigenen ab: PRINS fand in 80 % einen Winkel zwischen 0° und 6° und nur in 3 % einen Winkel über 10° . Wir stimmen daher der von COX und HEWES 1979 gezogenen Schlußfolgerung zu, daß nämlich am Sprunggelenk eines Erwachsenen ohne Vortrauma eine geringe Wahrscheinlichkeit für eine relevante Aufklappbarkeit im Sinne des Taluskippwinkels besteht.

5.3.2.6.2 Fibulotalare Distanz

Wie bereits im Abschnitt 5.3.2.3.2 bei der Betrachtung der Meßwerte im Gesamtkollektiv betont, liegt nur sehr wenig konkretes Zahlenmaterial über die fibulotalare Distanz vor. Das trifft auch für die Normalwerte zu. Die experimentellen Daten von FRÖHLICH et al. 1984b liegen in Mittelwert (4 mm) und Streubreite (2 mm bis 7 mm) niedriger als unsere Ergebnisse (Mittelwert $\bar{x} = 7,5$ mm, Streubreite 2 mm bis 15 mm; siehe Tabelle 29, S. 71). Die klinischen Normwerte der fibulotalaren Distanz in der Untersuchung von FRÖHLICH et al. 1980 sind zwar im Mittel (5 mm) ebenfalls kleiner als unsere Werte, aber die Beobachtung dieser Autoren, daß noch etwa 7 % des Normalkollektivs eine fibulotalare Distanz von 10 mm oder darüber aufweisen, entspricht ziemlich genau unseren Erfahrungen. Es ist vorstellbar, daß die Unterschiede durch eine etwas andere Auswahl des Normalkollektivs mitbedingt sind (vergleiche die Einleitung zu diesem Abschnitt).

5.3.2.6.3 Talusvorschub

Auch bei der Ermittlung der Normalkollektive ergeben sich in der Literatur keine wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden gebräuchlichen Meßmethoden des Talusvorschubs. Unsere Normalwerte (Meßmethode A: Mittelwert $\bar{x} = 5,5$ mm, Streubreite 3 mm bis 9 mm; Meßmethode B: Mittelwert $\bar{x} = 6,0$ mm, Streubreite 3 mm bis 9 mm; vergleiche Tabelle 30, S. 72) stimmen mit den an Leichensprunggelenken gemessenen Werten von FRÖHLICH et al. 1984b und von LUDOLPH et al. 1984 überein und sind größer als die experimentell ermittelten Normalwerte von ZWIPP et al. 1982 und von KÜSTER et al. 1983. In den Arbeiten über klinische Normalwerte des Talusvorschubs berichten HOLZACH et al. 1984, SAUSER et al. 1983, ZWIPP et al. 1982 sowie LAURIN und MATHIEU 1975 (für die Messung in Plantarflexion) über gleiche oder ähnliche Durchschnittswerte, wie sie auch bei uns auftraten. Im Mittel niedrigere Normalwerte fanden FRÖHLICH et al. 1980 und HACKENBRUCH et al. 1979 (jeweils 4 mm), im Mittel höhere Normalwerte fanden lediglich LAURIN und MATHIEU 1975 bei der Messung des Talusvorschubs in Neutral-Null-Stellung (7,6 mm).

Der am normalen Sprunggelenk maximal mögliche Talusvorschub beträgt den Angaben in der Literatur zufolge 7 mm bis zu 10 mm (35, 37, 42, 65, 109), was unseren eigenen Erfahrungen (Maximum: 9 mm) entspricht. Nicht bestätigen konnten wir die Ergebnisse von FRÖHLICH et al. 1980 und von HACKENBRUCH et al. 1979, die beide für etwa 90 % ihres Normalkollektivs einen Talusvorschub von 5 mm oder darunter ermittelten, sowie von ZWIPP et al. 1982, in deren Untersuchung noch 60 % der Normalfälle in diesem Bereich zu finden waren. Unsere entsprechenden Werte liegen deutlich höher: Etwa 60 % des Normalkollektivs boten einen Talusvorschub über 5 mm. Da in den beiden Untersuchungen zum Problem der Normalwerte, die dasselbe Haltegerät wie wir verwendet haben (46, 85), auch ähnliche Ergebnissen wie bei uns aufgetreten sind, kommt als mögliche Erklärung für die diskrepanten Befunde die Verwendung andersartiger Halteapparate in Betracht. Ob auch - wie die Resultate von LAURIN und MATHIEU 1975 nahelegen - die

Fußstellung eine Rolle spielt, in der der Talusvorschub bestimmt wird, kann nicht entschieden werden (siehe hierzu auch Abschnitt 5.3.2.1.3).

5.3.2.6.4 Schubladenindex

Für den Schubladenindex existieren in der Literatur - im Gegensatz zu den drei übrigen untersuchten Meßgrößen - keine Normalbefunde. LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 führen in ihrer grundlegenden Arbeit zu diesem Meßverfahren lediglich eine nicht näher bezeichnete "Referenzgruppe" an, in der sie nur bei 12 % der Fälle einen Schubladenindex über 90 fanden, was unserer Erfahrung deutlich widerspricht (eigene Untersuchung: 53,4 % d. F. über 90; vergleiche Tabelle 31, S. 73). Selbst bei intraoperativer Bestimmung des Schubladenindex auf der unverletzten Seite in Epiduralanästhesie ergaben sich bei den Erstbeschreibern dieser Meßmethode niedrigere Werte (37 % d. F. über 90) als in unserem, ohne Anästhesie ermitteltem Normalkollektiv. Dieser Vergleich legt den Schluß nahe, daß die im Abschnitt 5.3.2.2.2 für die a.p.-Aufnahmen aufgestellte These auch für die seitlichen Aufnahmen zutrifft: Eine geringe Belastung (bei LINDSTRAND und MORTENSSON 1977: Sandsack mit 4 Kilogramm Gewicht) reicht nicht aus, um am unverletzten Sprunggelenk das volle Ausmaß der physiologischen Aufklappbarkeit bzw. Subluxierbarkeit zu demonstrieren.

5.3.2.7 Grenzwerte des Pathologischen

Die Abgrenzung zwischen normalen und pathologischen Absolutwerten für die vier verschiedenen Meßmethoden orientiert sich an den Ergebnissen unseres Normalkollektivs (siehe hierzu Abschnitt 4.3.2.10) und an den Befunden der falsch positiven Fälle (siehe Tabelle 27, S. 68). Durch die folgenden Erläuterungen soll aber keineswegs der falsche Eindruck erweckt werden, es sei in jedem Fall eine exakte Abgrenzung zwischen noch normalen und bereits pathologischen Meßwerten möglich. Es ergaben sich vielmehr teilweise starke Überschneidungen zwischen den beiden Gruppen, was die Erfahrungen anderer Autoren bestätigt (21, 35, 42, 44, 50, 51, 57, 65, 70, 75, 85, 99). Dennoch stimmen wir mit SOBOROFF et al. 1984 darin überein, daß die Kriterien für radiologisch positive und radiologisch negative Befunde klar definiert sein müssen, auch wenn im Einzelfall und in Zusammenschau mit der Klinik die endgültige Diagnosestellung sich nicht immer streng an diese Kriterien halten wird.

Für die Seitendifferenzen der einzelnen Meßwerte konnte die vorliegende Arbeit selbstverständlich kein Normalkollektiv ergeben. (Normalwerte für die Seitendifferenzen wären nur durch die Untersuchung von Probanden mit beidseits anamnestisch, klinisch und radiologisch unauffälligen Sprunggelenken zu erhalten.) Wir orientierten uns daher beim Festlegen der Grenzwerte an den jeweils höchsten Seitenunterschieden, die bei den beiden Patienten ohne Bandruptur und ohne Zeichen einer Vorschädigung (Patient 2: 34 J. und Patient 3: 13 J. aus Tabelle 27) gemessen worden sind. Die so ermittelten Grenzwerte für die Seitendifferenzen haben daher nicht die gleiche Wertigkeit wie die Grenzwerte für die Absolutwerte, liegen aber durchaus noch im Rahmen der aus der Literatur bekannten Grenzen, wie bei den einzelnen Meßgrößen genauer besprochen. Nach unserer Auffassung kann die Bestimmung der Seitenunterschiede nie das alleinige Kriterium eines pathologischen Röntgenbefundes sein, sondern lediglich eine gewisse Entscheidungshilfe für eine positive Diagnose liefern. Andererseits ist bei beidseits hohen Meßwerten eine Bandruptur

nicht auszuschließen. Daher sollten nur solche Seitendifferenzen als sicher pathologisch gewertet werden, die bei Sprunggelenken ohne Bandruptur und ohne Vorschädigung (falsch positive Befunde unserer Untersuchung) nicht mehr aufgetreten sind und die somit die positive Diagnose einer Bandruptur erlauben. Dies ist (innerhalb unseres Patientenkollektivs) durch die beschriebene Vorgehensweise gewährleistet.

5.3.2.7.1 Taluskippwinkel

Wie der Tabelle 32, S. 74, zu entnehmen ist, wiesen 86,3 % der Fälle im Normalkollektiv einen Taluskippwinkel unter 5° auf, aber nur 5,0 % der Fälle mit Bandruptur. Für das Normalkollektiv ist hier die Zäsur überaus deutlich (vergleiche Tabelle 28, S. 70). Werte von 0° bis 4° sollten daher nach unserer Erfahrung als Normalwerte gelten.

Die 95er Perzentile des Normalkollektivs (10°) und der höchste Taluskippwinkel bei den falsch positiven Fällen (9°) stimmen beinahe überein. Im Bereich zwischen 5° und 9° (22,8 % der Fälle mit Bänderriß) besteht bereits eine hohe Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer Bandruptur. Da aber innerhalb dieser Grenzen das Risiko einer falsch positiven Röntgendiagnose noch etwa 8 % beträgt, sollte radiologisch lediglich der Verdacht auf Vorliegen einer Bandruptur geäußert werden. Winkel ab 10° sind unseren Ergebnissen zufolge pathologisch (72,2 % der Fälle mit Bänderriß und nur noch 6,1 % des Normalkollektivs liegen in diesem Bereich).

Diejenigen Autoren, die ebenfalls das Haltegerät nach SCHEUBA verwendet haben, stimmen mit dieser Auffassung überein: Ein Winkel über 10° wird als pathologisch angesehen (12, 46, 99). In der übrigen Literatur werden teilweise ebenfalls Winkel ab 10° als pathologisch eingestuft (35, 49, 59, 80), während andere Autoren bereits Winkel ab 5° als Indiz für einen Bänderriß werten (19, 40, 53, 69, 92, 94) oder die Grenze zwischen diesen beiden Werten ziehen (39, 104, 110). Diese Uneinigkeit unterstützt den von uns vorgeschlagenen Kompromiß, bei einem Taluskippwinkel zwischen 5° und 9° ra-

diologisch lediglich den Verdacht auf Vorliegen einer Bandruptur zu äußern.

Die höchste Seitendifferenz für den Taluskippwinkel in unseren falsch positiven Fällen lag bei 6°. Daher werteten wir erst einen Unterschied zwischen verletzter Seite und Gegenseite ab 7° als sicheres Zeichen einer Bandruptur (78,3 % aller Fälle mit Bänderriß lagen über diesem Grenzwert; vergleiche Tabelle 36, S. 76).

In den veröffentlichten Erfahrungsberichten über den Halteapparat nach SCHEUBA werden Seitenunterschiede ab 5° (88) bzw. über 5° (7, 12, 21) als pathologisch angesehen, was nur geringfügig unterhalb des von uns definierten Grenzwertes liegt. In denjenigen Arbeiten, die auf den Ergebnissen anderer Haltegeräte oder handgehaltener Aufnahmen basieren, werden ebenfalls Unterschiede zwischen verletzter und unverletzter Seite ab 5° (15, 35, 45, 110) bzw. über 5° (18, 51, 53, 78, 89, 100, 104) als pathologisch eingeschätzt. Einige wenige Autoren (8, 25) sind der Auffassung, daß eine fibuläre Bandruptur erst ab einer Seitendifferenz von 15° sicher zu beweisen ist, ein Wert, der uns als deutlich zu hoch gegriffen erscheint, da bei etwa 80 % der von uns untersuchten Patienten mit operativ bestätigter Bandruptur die Seitendifferenz des Taluskippwinkels weniger als 15° betragen hat.

5.3.2.7.2 Fibulotalare Distanz

Auch für die fibulotalare Distanz stimmen die 95er Perzentile des Normalkollektivs (11 mm) und der höchste Meßwert bei den Fällen ohne Bandruptur und ohne Vorschädigung (10 mm) fast überein. Wir haben daher eine fibulotalare Distanz ab 11 Millimeter als pathologisch angesehen. 57,0 % der Fälle mit nachgewiesener Bandruptur und nur 6,7 % des Normalkollektivs lagen - bei meßbarer fibulotalarer Distanz - oberhalb dieses Grenzwertes (siehe Tabelle 33, S. 74).

Die von FRÖHLICH et al. 1980 angegebenen Grenzwerte liegen niedriger: Sie werten eine fibulotalare Distanz ab 9 Mil-

limeter als pathologisch und ab 6 Millimeter als verdächtig auf eine Bandruptur. Wir können diese Angaben nicht bestätigen, da noch 45,0 % unseres Normalkollektivs Werte zwischen 8 Millimeter und 10 Millimeter aufweisen. Erst ab einer fibulotalaren Distanz von 11 Millimeter zeigt sich im Normalkollektiv eine rapide Abnahme der Häufigkeitsverteilung (vergleiche Tabelle 29, S. 71). Aus diesem Grund kann auch - im Gegensatz zu den Ergebnissen beim Taluskippwinkel, beim Talusvorschub und beim Schubladenindex - kein Bereich angegeben werden, der einen starken Verdacht auf eine Bandruptur anzeigen würde; es bestehen zu starke Überlappungen.

Bei den falsch positiven Fällen fanden wir eine maximale Seitendifferenz der fibulotalaren Distanz von 3 Millimeter. Ein Unterschied zwischen Seite des Traumas und Gegenseite ab 4 Millimeter kann daher als pathologisch gelten (54,1 % aller Fälle mit Bandruptur und meßbarer fibulotalarer Distanz finden sich in diesem Bereich; vergleiche Tabelle 37, S. 76).

Für den Seitenunterschied geben FRÖHLICH et al. 1980 Werte ab 3 Millimeter und REICHEN und MARTI 1974 Werte ab 3 bis 4 Millimeter als Grenze des Pathologischen an, was sich in etwa mit unserer Einschätzung deckt.

5.3.2.7.3 Talusvorschub

Für den Talusvorschub besteht eine stärkere Diskrepanz zwischen den Maximalwerten bei den beiden als falsch positiv zu betrachtenden Fällen (10 mm) und der 95er Perzentile im Normalkollektiv (8 mm; vergleiche Tabelle 30, S. 72). Bei einem Talusvorschub zwischen 8 Millimeter und 10 Millimeter sollte daher nach unseren Erfahrungen radiologisch nur der Verdacht auf eine Bandruptur geäußert werden, da das Risiko eines falsch positiven Befundes etwa 5 % beträgt (37,4 % der Fälle mit Bandruptur und noch 13,9 % des Normalkollektivs liegen in diesem Bereich; vergleiche Tabelle 34, S. 75). Erst ab einem Talusvorschub von 11 Millimeter kann die Diagnose einer Bandruptur radiologisch als gesichert gelten (nur

24,2 % aller Fälle mit Bänderriß liegen oberhalb dieses Grenzwertes). Werte bis zu 7 Millimeter sollten nach unseren Ergebnissen noch als Normalbefund aufgefaßt werden.

In Veröffentlichungen, die über Erfahrungen mit dem Haltegerät nach SCHEUBA berichten, herrscht keine Einigkeit darüber, welche Werte des Talusvorschubs als pathologisch anzusehen sind: Teils werden - wie von uns - erst 11 Millimeter als sichere Grenze angegeben (12, 99), teils werden bereits 6 Millimeter (57) bzw. 7 Millimeter (46) als nicht mehr normal eingestuft. Dies spricht dafür, daß die unterschiedlichen Auffassungen nicht durch die Art des Haltegeräts bedingt sind. In der übrigen Literatur gelten mehrheitlich bereits Werte ab 6 Millimeter (20, 35, 42, 45, 59, 68, 69, 71) bzw. über 6 Millimeter (39, 40, 100) als pathologisch, aber es werden auch 8 Millimeter (106, 107, 110) - also der Bereich, den auch wir als verdächtig betrachten - oder 11 Millimeter (50) als Kriterium des Pathologischen angeführt.

Die Auffassung, daß bereits ein Talusvorschub von 6 Millimeter bzw. von 7 Millimeter als Zeichen eines Bänderrisses zu werten sei, können wir aufgrund unserer Untersuchung nicht teilen: Noch 58,7 % bzw. 38,0 % unseres Normalkollektivs hatten diese oder höhere Werte. Damit zeigt sich auch die Hauptschwierigkeit bei der Einschätzung des Talusvorschubs: Normalwerte und Ergebnisse bei Sprunggelenken mit nachgewiesener Bandruptur überschneiden sich sehr stark. Dadurch dürften auch die recht unterschiedlichen Angaben aus der Literatur verständlich werden, zumal die meisten Autoren sich nicht eindeutig festlegen, ob die jeweiligen Grenzwerte als Zeichen eines sicheren oder nur verdächtigen Befundes aufzufassen sind. Interessanterweise stimmen die Grenzwerte von JEND et al. 1983, die wie wir zwischen einem verdächtigen und einem weitgehend gesicherten Bereich differenzieren, genau mit unserer Auffassung überein.

Der größte Unterschied im Talusvorschub zwischen verletzter Seite und Gegenseite betrug bei den falsch positiven Fällen 5 Millimeter. Daher sollte erst eine Seitendifferenz ab 6 Millimeter als eindeutiges Zeichen einer Bandruptur gewertet

werden (nur 12,6 % der Fälle mit nachgewiesenem Bänderriß liegen über diesem Limit; vergleiche Tabelle 38, S. 77).

Manche Benutzer des Halteapparates nach SCHEUBA teilen diese Auffassung (12, 21, 88), andere wiederum setzen die Grenze mit 3 Millimeter (46) oder 4 Millimeter (7) deutlich niedriger an. Wie bei den Absolutwerten herrscht auch bei den Seitendifferenzen in der übrigen Literatur keine Übereinstimmung. Es werden bereits Seitenunterschiede des Talusvorschubs von 2 Millimeter (51) oder 3 Millimeter (18, 35, 42, 59, 92, 94, 100) als pathologisch angesehen, aber auch Differenzen von 4 Millimeter (15, 39, 53), 5 Millimeter (110) und 6 Millimeter (50) werden genannt. Unser Grenzwert liegt innerhalb dieses Spektrums wiederum ziemlich hoch. Die Gründe hierfür entsprechen den bei den Absolutwerten des Talusvorschubs aufgeführten und den grundsätzlichen Gesichtspunkten, die zur Wertigkeit der Seitendifferenzen allgemein bereits angeführt worden sind. Darüber hinaus ist es durchaus naheliegend, daß in Arbeiten, in denen die Grenze zum Pathologischen bei den Absolutwerten niedrig angesetzt wird, dasselbe auch für die Seitendifferenzen zutrifft. Da wir aber zeigen konnten, daß gerade bei den gehaltenen Aufnahmen in seitlicher Projektion nicht selten mit verprojizierten Abbildungen gerechnet werden muß (siehe die Abschnitte 4.3.2.5 und 5.3.2.2.4), erscheinen uns sehr niedrige Seitenunterschiede (insbesondere 2 Millimeter oder 3 Millimeter) als zu gering, um daraus bereits auf eine fibuläre Bandruptur schließen zu dürfen.

5.3.2.7.4 Schubladenindex

Für den Schubladenindex hatte die 95er Perzentile des Normalkollektivs einen Wert von 219 (vergleiche Tabelle 31, S. 73) und der höchste Wert der falsch positiven Fälle betrug 276 (vergleiche Tabelle 27, S. 68). Wir sehen daher einen Schubladenindex zwischen 210 und 280 als verdächtig auf eine Bandruptur (43,4 % der Fälle mit operativ bestätigtem Bänderriß und 6,9 % des Normalkollektivs weisen Werte über 210 auf; vergleiche Tabelle 35, S. 75) und einen Schubladenindex über

280 als sicher pathologisch an (18,2 % der Fälle mit Bänderriß).

LINDSTRAND und MORTENSSON 1977, die Erstbeschreiber dieser Meßmethode, halten bereits einen Schubladenindex über 90 für pathologisch. KLOTTER et al. 1983 haben diesen Richtwert übernommen. Unseren Ergebnissen zufolge ist diese Grenze deutlich zu niedrig angesetzt: Noch 53,4 % der Fälle aus unserem Normalkollektiv zeigten einen Schubladenindex über 90. Als Erklärungen für diese erhebliche Diskrepanz kommen in Frage, daß LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 nur eine geringe Belastung verwendet haben (Sandsack von 4 Kilogramm Gewicht) und daß sich die Veröffentlichung von KLOTTER et al. 1983 nur auf Untersuchungen an Kindern bezieht. Unsere Grenzwerte decken sich am ehesten mit den Beobachtungen, die LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 intraoperativ gemacht haben: Sie fanden in Epiduralanästhesie auf der unverletzten Gegenseite mit ihrer Meßtechnik keine Werte über 250.

Die höchste Seitendifferenz des Schubladenindex in den beiden Fällen ohne Bandruptur und ohne Vorschädigung betrug 176. Eine Seitendifferenz über 175 kann - im Rahmen der Meßgenauigkeit - als sicher pathologisch gelten. Allerdings erreichen nur 9,5 % der Fälle mit operativ nachgewiesenem Bänderriß diese Sicherheit (vergleiche Tabelle 39, S. 77). Aus der Literatur sind keine Angaben über die Seitenunterschiede des Schubladenindex bekannt, ein Vergleich unserer Resultate ist somit nicht möglich.

5.3.2.8 Zweituntersuchungen

Bei unsicherem klinischem Befund und nicht eindeutigen radiologischem Befund wird gelegentlich, im allgemeinen mit einigen Tagen Abstand zum Trauma, eine zweite Untersuchung mittels gehaltener Röntgenaufnahmen angefordert. In der von uns untersuchten Patientengruppe traf dies 4mal zu (3,6 %). In der Literatur finden sich keinerlei Angaben zur Häufigkeit oder Wertigkeit derartiger Zweituntersuchungen. Eine endgültige Beurteilung der Aussagekraft von Wiederholungsuntersuchungen darf auch von unserer Studie nicht erwartet werden, da erstens nur operierte Patienten untersucht worden sind, also diejenigen mit positivem Resultat einer Zweituntersuchung, und zweitens die Fallzahl sehr klein ist.

Immerhin zeigen die Ergebnisse der Erstuntersuchung bei unseren 4 Fällen (vergleiche Tabelle 26, S. 66), daß trotz schwerwiegender Verletzungsmuster (bei allen 4 Patienten lag mindestens eine Ruptur von zwei der drei fibularen Bandstrukturen vor) relativ geringe Meßwerte in den gehaltenen Aufnahmen möglich sind, auch wenn sich anläßlich der Wiederholungsuntersuchung eine deutliche Instabilität manifestierte. Andererseits waren in 3 der 4 Fälle bereits bei der Erstuntersuchung einer oder mehrere der im vorigen Abschnitt aufgestellten Grenzwerte des Pathologischen überschritten: Beim ersten Patienten (34 J.) waren sowohl der Taluskippwinkel mit 9° als auch die fibulotalare Distanz mit 10 Millimeter grenzwertig, was angesichts der submaximalen Belastung mit nur 100 Newton bereits stärker zu werten wäre; sicher pathologisch ist aber die Seitendifferenz des Taluskippwinkels mit 8° . Beim zweiten Patienten (22 J., männlich) war die fibulotalare Distanz mit 16 Millimeter ein deutliches Zeichen für eine bestehende Instabilität. Außerdem lagen noch die Seitendifferenzen für den Taluskippwinkel mit 7° und für die fibulotalare Distanz mit 7 Millimeter oberhalb des von uns als noch normal angesehenen Bereichs. Beim vierten Patienten (16 J.) weisen ein Absolutwert der fibulotalaren Distanz von 11 Millimeter und ein Seitenunterschied von 4 Millimeter radiologisch auf das Vorliegen einer Bandruptur hin. Lediglich bei der dritten Patientin

(22 J., weiblich) war bei nach wie vor niedrigen Meßwerten in der a.p.-Aufnahme die seitliche Zweitaufnahme wegweisend für die Diagnose. In 3 der 4 Fälle wäre also eine Wiederholung der Untersuchung möglicherweise überflüssig gewesen, wenn man unsere Instabilitätskriterien zugrundelegt.

2mal wurden auch die gehaltenen Aufnahmen der Gegenseite wiederholt. Dies ist im allgemeinen jedoch nicht nötig, da nicht damit zu rechnen ist, daß sich die Stabilitätsverhältnisse auf der unverletzten Seite geändert haben. Eine Wiederholung kann in Ausnahmefällen nur dann indiziert sein, wenn die ursprüngliche gehaltene Aufnahme der Gegenseite aufgrund unzureichender Projektion nicht bewertet werden kann und eine Beurteilung des Seitenunterschiedes in der jeweiligen Ebene nach dem Ergebnis auf der verletzten Seite noch notwendig erscheint.

5.3.2.9 Objektivität und Reliabilität

Zu den Ergebnissen der Objektivitäts- und Reliabilitätsprüfungen ist einschränkend zu bemerken, daß sie auf relativ geringen Fallzahlen beruhen. Bei der Objektivitätsprüfung ist dies dadurch bedingt, daß im ursprünglichen, präoperativen Röntgenbefund nur selten die Meßwerte angegeben waren. Für die Reliabilitätsprüfung erschien es ausreichend, die Bilder einer kleinen Anzahl von Patienten ein zweites Mal auszuwerten, da der Zweck dieser zusätzlichen Untersuchung, nämlich einige Anhaltspunkte für die Reproduzierbarkeit der einzelnen Meß- und Bewertungsverfahren zu liefern, mit den so erzielten Fallzahlen ($n = 32$ bis $n = 38$) erreicht war. Dabei wurde bewußt auf die ersten 20 Fälle der Studie zurückgegriffen. Denn es ist damit zu rechnen, daß ein nach der Auswertung von mehr als 400 gehaltenen Röntgenaufnahmen zweifellos zu erwartender Trainingseffekt sich im Vergleich mit den frühesten Fällen der Untersuchungsreihe am stärksten auswirkt. Daher kann mit einiger Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, daß durch dieses Vorgehen auch die größtmöglichen intraindividuellen Variationsbreiten erfaßt worden sind. (Daß der Talusvorschub auf der verletzten Seite in den 20 nachgemessenen Fällen bei Erst- und Kontrollmessung statistisch auffällig höher lag als im nicht nachgemessenen Rest des Gesamtkollektivs, ist als Zeichen dafür zu deuten, daß es sich um keine Zufallsstichprobe handelt.)

In den wenigen Arbeiten aus der Literatur, die Angaben über die Genauigkeit einzelner Meßverfahren machen, wird mehrheitlich die Auffassung vertreten, daß mit Meßfehlern bis zu 2 Winkelgraden (19, 35, 37, 89, 109) bzw. 2 Millimetern (35, 37, 89) gerechnet werden muß. Lediglich FREEMAN 1965 hält Schwankungen bis zu 4 Winkelgraden für möglich. COX und HEWES 1979 weisen als einzige darauf hin, daß sich der von ihnen angegebene Wert (Fehler bis 2°) auf die interindividuelle Streubreite bei verschiedenen Untersuchern bezieht; bei den Angaben der übrigen oben zitierten Autoren bleibt unklar, ob die jeweilige Variationsbreite für die Objektivität oder für die Reliabilität gilt. Außerdem existieren zu diesem

Themenkreis nur allgemeine Angaben und kein konkretes Zahlenmaterial.

Zwischen unseren Meßergebnissen und den im präoperativen Röntgenbefund aufgeführten Werten für den Taluskippwinkel (Objektivitätsprüfung; vergleiche Tabelle 43, S. 83) bestand ein deutlich geringeres Maß an Übereinstimmung als zwischen unserer ursprünglichen Messung und unserer eigenen Kontrollmessung des Taluskippwinkels (Reliabilitätsprüfung; vergleiche Tabelle 47, S. 90). Daß die intraindividuelle Variationsbreite kleiner ist als die interindividuelle Variabilität, ist zwar zu erwarten, zeigt aber gleichzeitig, daß eine bessere Standardisierung der Meßtechnik wünschenswert ist, um eine höhere Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu erreichen. Zur Standardisierung der Meßtechnik für den Taluskippwinkel gehört es vor allem, daß die Meßlinien (siehe Abbildung 2, Anhang) in der Röntgenaufnahme eingezeichnet werden, am günstigsten mit einem dünnen Bleistift, damit sie anschließend wieder einfach entfernt werden können, um den Gesamteindruck des Bildes nicht zu beeinträchtigen. Das einfache Anlegen eines Winkelmessers genügt nicht. Nur wenn die Meßlinien auch eingezeichnet werden, ist durch ihren Schnittpunkt der Nullpunkt für die Winkelmessung genau definiert und eine exakte Bestimmung des Taluskippwinkels immer gewährleistet.

Die in der Literatur bisweilen vertretene Meinung, daß die Meßgenauigkeit bei kleinen Winkeln nicht sonderlich hoch ist (35, 81), können wir in dieser verallgemeinerten Form nicht teilen. Vielmehr war bei unserer Nachmessung die Reliabilität auf der unverletzten Gegenseite, wo also mehrheitlich kleine Winkel vorlagen (in 61 % d. F. Winkel bis 3°), höher als auf der verletzten Seite (vergleiche Tabelle 47, S. 90). Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß durch das Einzeichnen der Meßlinien auch die genaue Bestimmung sehr kleiner Winkel durchaus möglich ist. Diese exakte Messung kleiner Winkel ist auch notwendig, wenn in diagnostischen Zweweifelsfällen die Seitendifferenzen des Taluskippwinkels verlässliche Informationen liefern sollen. Bei sehr großen Winkeln (z. B. über 20°), wenn die Diagnose einer Bandruptur bereits durch

den Absolutwert des Taluskippwinkels zu stellen ist, spielt es dagegen keine wesentliche Rolle, ob dieser nun um einige Winkelgrade zu groß oder zu klein gemessen wurde.

Bei der Messung des Talusvorschubs zum nächstgelegenen Punkt der Talusrolle (Methode A) zeigte sich ein höherer Grad an Übereinstimmung mit den Angaben im präoperativen Röntgenbefund (vergleiche Tabelle 44a, S. 84) als bei der Messung in Richtung auf die Mitte der Talusrolle (Methode B; vergleiche Tabelle 44b, S. 85), was möglicherweise dadurch zu erklären wäre, daß von den ursprünglichen Untersuchern der Talusvorschub mehrheitlich nach der ersteren Methode gemessen oder aber die Mitte des Talus nicht immer gleich bestimmt worden ist. Insgesamt ist die Objektivität für den Talusvorschub innerhalb der gleichen Toleranzzone größer als für den Taluskippwinkel. Da die Ergebnisse für die Reliabilität weniger stark voneinander abweichen (siehe unten), unterstreicht das die oben bereits betonte Notwendigkeit einer exakten Meßtechnik für den Taluskippwinkel.

Zur Bestimmung des Talusvorschubs nach der Methode B ist das Einzeichnen der Meßlinien (siehe Abbildung 3, Anhang) ebenfalls unbedingt notwendig, insbesondere um die Mitte der Talusrolle festzulegen. Für die Meßmethode A kann, falls ein durchsichtiger Maßstab verwendet wird, auf das Einzeichnen von Meßlinien verzichtet werden. Selbstverständlich sollte, wie bereits im Abschnitt 5.3.2.3.3 betont, innerhalb einer Röntgenabteilung nur eine der beiden Methoden angewendet werden. Ist das Vorgehen vereinheitlicht, dann sind beide Meßmethoden für den Talusvorschub gleich gut reproduzierbar (vergleiche die Tabellen 49a und 49b, S. 91 f.).

Die Reliabilität für die fibulotalare Distanz lag in der selben Größenordnung wie für den Taluskippwinkel, die andere Meßgröße der a.p.-Aufnahmen (siehe Tabelle 48, S. 91). (Bei Verwendung eines durchsichtigen Lineals brauchen zur Ermittlung der fibulotalaren Distanz Meßlinien nicht unbedingt eingezeichnet werden.)

Für die Reliabilität des Schubladenindex wurde eine Toleranzzone von ± 30 gewählt, da laut LINDSTRAND und MORTENSON 1977 ein Schubladenindex von 90 etwa einem Talusvorschub von 3 Millimeter entspricht, somit also 1 Millimeter Talusvorschub einem Index von 30. Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse ist für den Schubladenindex wesentlich schlechter als für die drei anderen untersuchten Meßgrößen (vergleiche Tabelle 50c, S. 95), insbesondere verglichen mit dem Talusvorschub als zweiter Meßgröße der seitlichen Aufnahmen. Da die beiden Einzelgrößen, aus denen sich der Schubladenindex errechnet, eine annähernd gleich gute Reproduzierbarkeit aufweisen wie die fibulotalare Distanz und der Taluskippwinkel (siehe Tabelle 50a und 50b, S. 94), ist der Grund dafür wohl nicht in dem relativ komplizierten Meßverfahren zu sehen, sondern eher darin, daß es sich beim Schubladenindex um einen aus zwei verschiedenen Größen gebildeten Wert handelt. Wenn man nämlich das Produkt aus den beiden Reliabilitätsfaktoren dieser beiden Einzelgrößen berechnet, so ergibt sich fast genau die Reliabilität des Schubladenindex.

Unsere Ergebnisse zu diesem Themenkreis konnten aufgrund der geringen Fallzahlen nur einige Tendenzen aufzeigen, weitere, ausführlichere Untersuchungen hierzu wären wünschenswert. Dennoch läßt sich zusammenfassend sagen, daß die interindividuelle Variationsbreite vermutlich durch Standardisierung der Meßtechnik - vor allem beim Taluskippwinkel - zu verbessern und damit die Objektivität zu erhöhen wäre. In jedem Fall muß mit Fehlbestimmungen um 1 Winkelgrad bzw. 1 Millimeter - nach oben oder nach unten - gerechnet werden, da sich nur in 47 % bis 57 % unserer Kontrollmessungen exakt die gleichen Ergebnisse wie bei der ersten Messung ergeben haben (Schubladenindex nicht berücksichtigt). Bei der Ermittlung der Seitendifferenzen sollten daher Meßfehler bis zu 2 Winkelgrad bzw. 2 Millimeter einkalkuliert werden.

Die Qualität der gehaltenen Aufnahmen wurde insgesamt in 84 % aller ein zweites Mal ausgewerteter Fälle identisch beurteilt (vergleiche die Tabellen 45 und 46, S. 88 f.), was

verdeutlicht, daß die Bewertungskriterien (siehe die Abschnitte 4.3.2.5 und 5.3.2.2.4) eine durchaus brauchbare Einschätzung der Abbildungsverhältnisse ermöglichen. Es war eine gewisse Tendenz erkennbar, die Bilder bei der Zweitauswertung schlechter zu bewerten als bei der Erstauswertung, also mit wachsender Erfahrung die Abbildungsqualität kritischer zu beurteilen. Daß nur etwa jede 10. seitliche Aufnahme, aber etwa jede 5. a.p.-Aufnahme unterschiedlich bewertet worden ist, könnte dafür sprechen, daß die Einschätzung der a.p.-Aufnahmen schwieriger ist.

Die Ergebnisse des Vergleichs zwischen den präoperativen und den von uns gestellten Diagnosen bezüglich der Anzahl der rupturierten Bänder wurden bereits im Abschnitt 5.3.2.4 besprochen.

5.3.2.10 Wertigkeit der einzelnen Meßtechniken

Alle Zahlenangaben in diesem Abschnitt berücksichtigen nur die Fälle mit nachgewiesener Bandruptur ($n = 104$). Die Wertigkeit der einzelnen Meßverfahren in bezug auf die beiden Fälle ohne Bandruptur und ohne Vorschädigung sowie die 4 Fälle ohne Bandruptur, aber mit vorhandenem Narbengewebe kann den Abbildungen 13b und 13c (S. 180 f.) im Abschnitt 5.3.2.12 entnommen werden.

5.3.2.10.1 Meßgrößen der a.p.-Aufnahme

Aus der Gegenüberstellung der Meßwerte von Taluskipppwinkel und fibulotalarer Distanz in Tabelle 40, S. 78, ist zu entnehmen, daß von den insgesamt 53 Patienten mit einer fibulotalaren Distanz über 10 Millimeter 37 auch einen sicher pathologischen Taluskipppwinkel aufwiesen. In diesen Fällen ergab die Bestimmung der fibulotalaren Distanz also keine Neuinformation, sondern bot allenfalls eine zusätzliche Sicherheit. 16 Patienten allerdings (15,8 %) hatten einen Winkel unter 10° und eine fibulotalare Distanz über 10 Millimeter. Für diese Fälle ist die Messung der fibulotalaren Distanz diagnostisch wegweisend. Zusammen betrachtet wäre nach unseren Kriterien die radiologische Diagnose eines Bänderrisses in 89 Fällen (88,1 %) aufgrund des Ergebnisses der a.p.-Aufnahme zu stellen gewesen.

Tabelle 40 verdeutlicht aber auch, daß bei großen Meßwerten des Taluskippwinkels durchaus auch kleine Werte für die fibulotalare Distanz vorkommen können und umgekehrt. Dies wird durch den niedrigen, nicht signifikanten Korrelationskoeffizienten bestätigt. Da aber, wie die Berichte anderer Autoren (30, 35, 37, 63, 78, 79, 88, 103) und unsere eigene Erfahrung zeigen, die fibulotalare Distanz sicherlich ein Maß für eine bestehende Instabilität im oberen Sprunggelenk darstellt, sprechen diese Gegebenheiten dafür, daß durch die Bestimmung der fibulotalaren Distanz in einem gewissen Prozentsatz eine zusätzliche, vom Taluskippwinkel unabhängige Infor-

mation gewonnen werden kann. Daher sollte unserer Auffassung nach in den a.p.-Aufnahmen neben dem Taluskippwinkel immer auch die fibulotalare Distanz bestimmt werden, um diese zweite in der Aufnahme enthaltene Informationsmöglichkeit nicht ungenutzt zu lassen. Da aber der Taluskippwinkel bei uns deutlich häufiger positive Resultate geliefert hat ($n = 73$ gegenüber $n = 53$) und der Meßwert der fibulotalaren Distanz stärker von der Qualität der Projektion, insbesondere vom Ausmaß der Innenrotation, abhängt (siehe Abschnitt 5.3.2.2.4.), sind wir in Übereinstimmung mit FRÖHLICH et al. 1980 und 1984b der Auffassung, daß der Taluskippwinkel die höhere Wertigkeit besitzt. Nur eine pathologische fibulotalare Distanz darf gewertet werden, ein Wert unter 11 Millimeter spricht bei pathologischem Taluskippwinkel nicht gegen die Diagnose einer fibularen Bandruptur.

Die These, aufgrund der Meßwerte der fibulotalaren Distanz sei eine Differenzierung zwischen isolierten Rupturen des Lig. talofibulare anterius und kombinierten Bandrupturen möglich (78, 79, 103), konnte durch unsere Untersuchungen, wie im Abschnitt 5.3.2.4 ausführlich beschrieben, nicht bestätigt werden.

5.3.2.10.2 Meßgrößen der seitlichen Aufnahme

Zwischen den beiden Meßgrößen der seitlichen Aufnahme besteht ein hohes Maß an Übereinstimmung, wie der hoch signifikante Korrelationskoeffizient zeigt ($p < 0,001$). Das bedeutet, daß großen Meßwerten nach der einen Methode im allgemeinen auch große Meßwerte nach der anderen Methode entsprechen, ebenso entsprechen sich kleine Werte. Laut LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 entsprechen etwa 3 Millimeter Talusvorschub einem Schubladenindex von 90. Dies trifft auch nach unserer Erfahrung zu: Ein Wert von 25 bis 35 beim Schubladenindex bedeutet 1 Millimeter Talusvorschub.

Aus dieser starken Wechselbeziehung kann abgeleitet werden, daß durch die Bestimmung des Schubladenindex keine wesentliche Neuinformation im Vergleich zum Talusvorschub zu

erwarten ist. Durch die Gegenüberstellung der beiden Meßgrößen in Tabelle 41, S. 79, wird dies veranschaulicht: So ergab sich nur 1mal bei unverdächtigem Talusvorschub ein eindeutig pathologischer Wert für den Schubladenindex, umgekehrt war das ebenfalls nur 4mal der Fall. Durch gemeinsame Anwendung der beiden Meßgrößen der seitlichen Aufnahme ergaben sich nach den von uns aufgestellten Kriterien insgesamt 33 radiologisch verdächtige (33,3 %) und 29 radiologisch sicher pathologische Befunde (29,3 %).

5.3.2.10.3 Vergleich der Meßgrößen von a.p.-Aufnahme und seitlicher Aufnahme

Die Gegenüberstellung der Meßwerte für die beiden Standardmeßverfahren, Taluskippwinkel und Talusvorschub (vergleiche Tabelle 42, S. 79), zeigt ebenso wie der kleine, nicht signifikante Korrelationskoeffizient, daß diese beiden Meßgrößen durchaus unterschiedliche Informationen liefern können: So wiesen insgesamt 18 Fälle mit negativem oder nur fraglich positivem Taluskippwinkel einen positiven oder zumindest verdächtigen Talusvorschub auf. Davon hatten jedoch 9 eine fibulotalare Distanz über 10 Millimeter, sind also aufgrund der zweiten Meßgröße der a.p.-Aufnahme bereits als pathologisch einzustufen. Somit ist die Bestimmung des Talusvorschubs nur noch in 9 Fällen (9,4 %) mit nachgewiesener Bandruptur, bei denen gehaltene Aufnahmen in beiden Ebenen vorlagen, gemäß unseren Kriterien diagnostisch hilfreich (4mal radiologisch Bandruptur, 5mal radiologisch Verdacht auf Bandruptur; in 4 dieser 5 Fälle lag auch der Taluskippwinkel innerhalb des verdächtigen Bereichs). Dagegen wiesen in der gleichen Gruppe die Meßgrößen der a.p.-Aufnahme 85mal (88,4 %) auf eine bestehende Instabilität hin. (Außerdem waren in je 1 Fall allein der Taluskippwinkel verdächtig auf einen Bänderriß bzw. alle Meßgrößen negativ.)

Für den Schubladenindex gilt, daß von den 5 Fällen, in denen er eine bessere Information lieferte als der Talusvorschub (siehe Tabelle 41, S. 79), 4 auch einen sicher patholo-

gischen Taluskippwinkel und/oder eine sicher pathologische fibulotalare Distanz aufwiesen. Der Schubladenindex bot also im Vergleich zu den drei anderen Meßverfahren nur in 1 Fall eine echte Neuinformation. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß der Schubladenindex nicht die erwartete Verfeinerung der Diagnostik erbringen konnte. Von dieser Meßmethode dürfen unseren Ergebnissen zufolge allenfalls in Einzelfällen zusätzliche Informationen erwartet werden. Wir stehen mit diesem Resultat im Gegensatz zu den Erstbeschreibern der Methode, LINDSTRAND und MORTENSSON 1977, und zu KLOTTER et al. 1983, die beide die Wertigkeit des Schubladenindex höher einschätzen als die des Talusvorschubs. Jedoch bieten beide Arbeiten keinen direkten Vergleich zwischen diesen beiden Meßgrößen der seitlichen Aufnahme, wie er von uns durchgeführt wurde, sondern berufen sich nur auf Erfahrungswerte.

Als weitere Erklärung für diese unterschiedlichen Resultate ist einerseits denkbar, daß die Ermittlung des Schubladenindex, da es sich hierbei um ein ziemlich kompliziertes und aufwendiges Verfahren handelt, mit zunehmender Erfahrung auch bessere Ergebnisse liefert, denn von uns wurde sie für die vorliegende Untersuchung erstmals angewandt. Andererseits könnten die Diskrepanzen auch durch die unterschiedliche Vorgehensweise bei LINDSTRAND und MORTENSSON 1977 (wesentlich niedrigere Belastung; unselektiertes Patientenkollektiv; nur Verwendung von Überlagerungsfreien Aufnahmen; keine zusätzlichen a.p.-Aufnahmen) und durch ein anders zusammengesetztes Patientengut bei KLOTTER et al. 1983 bedingt sein (nur Untersuchungen an Kindern). Da es sich beim Schubladenindex um einen relativen Meßwert handelt, der die Länge der Tibiagelenkfläche mit berücksichtigt, erscheint es durchaus plausibel, daß er bei Patienten mit weniger kräftigem Knochenbau (Frauen, Kinder) aussagekräftigere Ergebnisse liefern kann als ein absoluter Meßwert, wofür auch unsere Resultate einen Hinweis liefern (signifikant höhere Werte des Schubladenindex bei den weiblichen Patienten). Sicherlich sind noch einige weitere Studien notwendig, ehe der Stellenwert des Schubladenindex in der radiologischen Diagnostik fibularer Kapselbandläsionen endgültig beurteilt werden kann.

Die Wertigkeit der beiden Aufnahmeebenen wird in der Literatur sehr kontrovers diskutiert. Manche Autoren führen nur die seitliche Aufnahme durch (20, 42, 44, 50, 60, 62, 71, 72), andere wiederum nur die a.p.-Aufnahme (1, 8, 10, 19, 25, 70, 75, 80, 81, 104). Untersucher, die wie wir prinzipiell gehaltene Aufnahmen in beiden Ebenen anfertigen lassen, berichten teils über bessere Resultate der seitlichen Aufnahmen (23, 39, 53, 54, 59, 92, 106), teils über bessere Resultate der a.p.-Aufnahmen (35, 37, 46, 57, 78, 79, 85, 89, 99, 109), teils werden beide Ebenen als gleichwertig angesehen (40, 51, 88, 97, 100, 105).

Obwohl wir den radiologischen Nachweis einer Instabilität des oberen Sprunggelenks wesentlich häufiger aufgrund der Ergebnisse der a.p.-Aufnahmen führen konnten, stimmen wir dennoch mit einigen anderen Autoren (37, 39, 46, 51, 88, 99, 109) dahingehend überein, daß durch beide Ebenen zusammen mehr positive Diagnosen zu stellen sind, als wenn auf eine Ebene verzichtet würde. Immerhin wäre in der von uns untersuchten Gruppe bei etwa jedem 10. Patienten die fibulare Bandruptur radiologisch übersehen worden, also eine falsch negative Röntgendiagnose gestellt worden, falls nur die Aufnahmen in a.p.-Projektion alleine bewertet worden wären. Nicht nachvollziehbar erscheinen uns die Resultate von NOESBERGER 1976, der bei einem negativem Befund in dem von ihm entwickelten Halteapparat für seitliche Aufnahmen in keinem Fall eine Aufklappbarkeit in a.p.-Projektion nachweisen konnte.

Für die von uns gefundene höhere Aussagekraft der a.p.-Aufnahmen gibt es mehrere Erklärungsmöglichkeiten: Wie oben ausführlich beschrieben, führt die Mitbewertung einer zweiten Meßgröße, der fibulotalaren Distanz, zu einer höheren Anzahl an richtig positiven Diagnosen, da sie eine echte Zusatzinformation im Vergleich zum Taluskippwinkel zu liefern vermag. Für die seitlichen Aufnahmen trifft das nicht zu, denn Talusvorschub und Schubladenindex erbringen weitgehend konkordante Ergebnisse. Ferner kann nicht ausgeschlossen

werden, daß das von uns verwendete Haltegerät eine vorhandene Instabilität des Sprunggelenks in a.p.-Projektion besser zur Darstellung bringt. Für diese Annahme spricht, daß in einigen Veröffentlichungen, die über gehaltene Aufnahmen mit dem Gerät nach SCHEUBA berichten, ebenfalls häufiger positive Befunde in den a.p.-Aufnahmen gefunden wurden (46, 57, 85, 99). Bedacht werden muß auch, daß von uns nur die Röntgenbilder von operativ behandelten Patienten ausgewertet worden sind und somit, wie bereits mehrfach betont, die Indikation zur Operation die Auswahl der untersuchten Fälle beeinflußt hat. Falls primär für die präoperative Diagnosestellung die a.p.-Aufnahmen bereits stärker bewertet und damit eher Patienten mit positivem Taluskippwinkel operiert worden sind als Patienten mit normalem Taluskippwinkel, aber pathologischem oder nur rupturverdächtigem Talusvorschub, so hätte dies einen Selektionseffekt zur Folge, der sich letztlich in unseren Ergebnissen widerspiegeln könnte. Ob dies tatsächlich der Fall war, läßt sich retrospektiv kaum noch feststellen. Daher ist es wichtig, sich dieser Einschränkung, die auf alle nicht prospektiv angelegten Studien zutrifft, bewußt zu sein. (Daß die Grenzwerte des Talusvorschubs, wie im Abschnitt 5.3.2.7.3 beschrieben und begründet, von uns teilweise höher angesetzt worden sind als in der Literatur, hat keinen Einfluß auf die hohe Treffsicherheit der a.p.-Aufnahme, allenfalls hätte sich bei niedrigeren Grenzen ein größeres Maß an konkordanten Befunden zwischen Taluskippwinkel und fibulotalarer Distanz einerseits und Talusvorschub andererseits ergeben.)

Wegen ihrer höheren Treffsicherheit schlagen wir aufgrund unserer Ergebnisse vor, den radiologischen Untersuchungsgang mit der gehaltenen Aufnahme in a.p.-Projektion zu beginnen. Bei einem eindeutig positiven Befund in der a.p.-Aufnahme ist nach unserer Auffassung die seitliche Aufnahme nicht mehr notwendig, da sich eine Subluxation nur in einem geringen Prozentsatz aller Fälle in beiden Ebenen dokumentieren läßt (bei uns in 17,7 %). Erst bei einem negativen oder fraglichen Ergebnis der a.p.-Aufnahme muß zusätzlich eine gehaltene Aufnahme im seitlichen Strahlengang angefertigt werden. Unsere

Meinung, daß der Nachweis einer Instabilität in einer Ebene ausreicht, wird von zahlreichen Autoren geteilt (12, 35, 37, 45, 51, 53, 59, 88, 99, 109).

Nicht selten wird in der Literatur ein Vorteil der gehaltenen Aufnahme in seitlicher Projektion darin gesehen, daß der Talusvorschub bereits bei einer isolierten Ruptur des Lig. talofibulare anterius positiv werden, eine vermehrte Aufklappbarkeit im Sinne des Taluskippwinkels aber erst nach zusätzlicher Ruptur auch des Lig. calcaneofibulare auftreten soll (3, 7, 14 - 17, 23, 24, 39, 40, 45, 71, 72, 79, 92, 105, 106, 108). Nach Betrachtung unserer Fälle mit vorhandenen Aufnahmen in beiden Ebenen und isolierter Ruptur des Lig. talofibulare anterius ($n = 45$) sowie mit kombinierter und totaler Außenbandruptur ($n = 46$) konnten wir diese Ansicht nicht bestätigen: Zwar traten sicher positive Werte für den Talusvorschub bei lediglich verdächtigem Taluskippwinkel ($n = 4$) bzw. nicht pathologischem Taluskippwinkel ($n = 1$) nur in der Gruppe mit isolierter Außenbandruptur auf, jedoch hatten von diesen 5 Fällen (11,1 %) 3 auch eine pathologische fibulotallare Distanz (über 10 Millimeter). Andererseits fanden wir bei isolierter Ruptur des Lig. talofibulare anterius 31mal (68,9 %) einen Taluskippwinkel von mehr als 9° (davon 2mal sogar einen Winkel über 20° bei einem Talusvorschub unter 7 Millimeter).

Wir sind daher, übereinstimmend mit einer Reihe anderer Autoren (46, 51, 52, 88, 99, 107), der Überzeugung, daß keine strenge Zuordnung isolierte Außenbandruptur/Talusvorschub und kombinierte Außenbandruptur/Taluskippwinkel besteht, sondern vielmehr auch isolierte Risse des Lig. talofibulare anterius durch a.p.-Aufnahmen nachgewiesen werden können. Diese Überlegungen bestätigen die im Abschnitt 5.3.2.4 statistisch und anatomisch-pathophysiologisch begründete These, daß mittels gehaltener Röntgenaufnahmen zwar die allgemeine Diagnose einer fibularen Bandruptur gestellt werden kann, aber keine zuverlässige Aussage über deren Ausdehnung möglich ist.

5.3.2.10.4 Aufnahmen der Gegenseite - Seitendifferenzen

Gehaltene Aufnahmen der Gegenseite werden angefertigt, um aus den Seitenunterschieden der Meßergebnisse Rückschlüsse auf den Grad der Instabilität auf der verletzten Seite zu ziehen und um eine beidseits vermehrte Aufklappbarkeit erkennen zu können, die nach Angaben in der Literatur in etwa 4 % bis 5 % der Fälle vorkommen soll (1, 46, 79, 81, 99, 106), bei Kindern mit ihrem vermehrten Banddehnungsvermögen noch wesentlich häufiger (54, 88, 89, 109). In einer Vielzahl von Veröffentlichungen werden daher diese Vergleichsaufnahmen der Gegenseite empfohlen (6 - 8, 12, 14, 17, 18, 20, 34, 37, 41, 42, 45, 46, 51, 53, 54, 72, 73, 78, 79, 88, 89, 92, 94, 104, 106, 109, 110). Andere Autoren halten die Seitendifferenzen nur in Einzelfällen für hilfreich (40, 69) oder betonen ausdrücklich, daß Aufnahmen der Gegenseite nur dann angefertigt werden sollten, wenn auf der Seite des Traumas aufgrund der dortigen Meßergebnisse zumindest der dringende Verdacht auf einen Bänderriß besteht (12, 21, 57, 99).

Diese letztere, differenziertere Vorgehensweise deckt sich mit unserer Auffassung. Obwohl unsere Grenzwerte für die Seitendifferenzen, wie bereits im Abschnitt 5.3.2.7 beschrieben, relativ hoch angesetzt sind, da sie sich nicht an einem echten Normalkollektiv orientieren konnten, sind wir dennoch der Meinung, daß die Ermittlung von Seitenunterschieden lediglich eine Hilfsgröße in der radiologischen Diagnostik einer fibularen Kapselbandläsion darstellt. Nur ein positiver Befund, also eine hohe Seitendifferenz, darf sicher gewertet werden. Obwohl das von uns untersuchte Patientengut vermutlich insofern selektiert war, als eine Reihe von Patienten mit geringen Seitenunterschieden von Taluskippwinkel und Talusvorschub nicht operiert worden sind, zeigen unsere Ergebnisse deutlich, daß kleine Seitenunterschiede eine Bandruptur nicht ausschließen (vergleiche die Tabellen 36 bis 39, S. 76 f.). Daher können wir dem Vorgehen jener Autoren, die gehaltene Aufnahmen allein nach den gemessenen Seitendifferenzen beurteilen (7, 8, 15, 18, 25, 51, 78, 88, 89), nicht zustimmen.

Aufnahmen der Gegenseite zum Zweck des Seitenvergleichs sind unserer Ansicht nach nicht selten verzichtbar. So kann bei einem Taluskippwinkel über 20° auf der verletzten Seite nicht nur ohne den in diesem Fall überflüssigen Seitenvergleich die Diagnose eines Bänderisses gestellt werden, sondern es liegt sogar mit hoher Wahrscheinlichkeit eine kombinierte oder totale Außenbandruptur vor (siehe Tabelle 18a, S. 46, und Abschnitt 5.3.2.4). (Auch der signifikante Unterschied im Mittelwertvergleich bei den Seitendifferenzen des Taluskippwinkels zwischen den Fällen ohne nachgewiesene Ruptur und den Fällen mit Bandruptur - siehe Abschnitt 4.3.2.9 - ist vermutlich eine Folge der redundanten Information durch Seitenvergleich bei sehr großen Winkeln.) Umgekehrt ist bei relativ kleinen Absolutwerten auf der Seite des Traumas keine wertbare Information durch eine oder zwei zusätzliche Aufnahmen der Gegenseite zu erwarten. Bei einem Taluskippwinkel unter 7° (Seitendifferenz sicher pathologisch ab 7°) ebenso wie bei einem Talusvorschub unter 8 Millimeter (Seitendifferenz sicher pathologisch ab 6 Millimeter; kleinster gemessener Talusvorschub auf der Gegenseite: 2 Millimeter) sind Vergleichsaufnahmen unseren Resultaten zufolge nicht indiziert, da sie nicht zur positiven Diagnosestellung beitragen können.

Ferner gilt es zu berücksichtigen, daß nur ein bisher unverletztes Sprunggelenk der Gegenseite als individuelle Norm dienen kann (19, 51, 60, 89). Deshalb muß unbedingt versucht werden, alte Traumen auf der akut nicht verletzten Seite anamnestisch und klinisch festzustellen. Werden in solchen Fällen dennoch Aufnahmen der Gegenseite angefertigt oder zeigen sich in den gehaltenen Aufnahmen der Gegenseite röntgenologische Zeichen einer früheren Sprunggelenksverletzung (siehe Tabelle 52, S. 108), so darf ein seitengleicher Befund bei den Meßwerten nicht sofort als vermehrtes physiologisches Banddehnungsvermögen interpretiert werden, sondern es muß auch an die Möglichkeit einer persistierende Bandlockerung nach einem alten, unvollständig ausgeheilten Trauma gedacht werden (Ausnahme: operativ versorgter Bänderriß).

Ebenfalls kann es nicht alleinige Aufgabe der Röntgenuntersuchung mittels gehaltener Aufnahmen sein, ein vermehrtes

Banddehnungsvermögen nachzuweisen oder auszuschließen. Primär muß bereits die klinische Untersuchung anderer Gelenke (Knie, Ellenbogen, Fingergrundgelenke) Aufschluß darüber geben, ob bei einem Patienten eine allgemeine Überdehnbarkeit der Bänder besteht (42, 81). Ein entsprechender Befund oder Verdacht sollte vom Erstuntersucher dokumentiert werden, um eine korrekte Interpretation des Röntgenbefundes zu ermöglichen. Denn gerade die für das weitere Vorgehen so wichtige Unterscheidung, ob eine im Seitenvergleich beidseits vermehrt vorhandene Aufklappbarkeit auf einem generell gesteigerten Banddehnungsvermögen beruht oder Folge eines alten Traumas auf der aktuell nicht verletzten Seite ist, kann durch die Röntgenuntersuchung nicht getroffen werden, sondern muß aufgrund von Anamnese und klinischem Befund erfolgen. (Ob bei der in der Literatur angegebenen Inzidenz der allgemeinen Bandlaxität von 4 % bis 5 % immer streng zwischen diesen beiden sehr unterschiedlichen Befunden differenziert worden ist, kann nicht entschieden werden. COX und HEWES 1979 zumindest fanden bei jungen, überwiegend männlichen Probanden ohne Vorschädigung nur in 1 % ihrer Fälle beidseits einen Taluskippwinkel von mehr als 5°.)

Gehaltene Aufnahmen der Gegenseite sind nach unserer Auffassung demnach nicht grundsätzlich indiziert, sondern nur dann, wenn sie auch wirklich erforderlich sind und hilfreich sein können. Der Vorschlag von HACKENBRUCH et al. 1979, die Aufnahmen der unverletzten Seite zuerst anzufertigen, um dem Patienten so den Untersuchungsablauf zu erläutern, erscheint uns daher nicht nachahmenswert, da zu diesem Zeitpunkt meist noch gar nicht entschieden werden kann, ob ein Seitenvergleich überhaupt benötigt wird. Gemäß den Daten in der Literatur (54, 88, 89, 109) sollten lediglich bei Kindern in jedem Fall Vergleichsaufnahmen der Gegenseite herangezogen werden.

Nach unseren Ergebnissen (siehe Abbildung 13c, S. 181) kann sich die Bestimmung der Seitendifferenz bei einem Taluskippwinkel zwischen 10° und 20° als hilfreich erweisen, falls in diesem Bereich, in dem eine Ruptur eigentlich gesichert

ist (übereinstimmend mit BRUNS et al. 1983), noch eine zusätzliche Sicherheit zur positiven Diagnosestellung gewünscht wird, insbesondere bei nicht pathologischem Ergebnis der fibulotalaren Distanz. Dann ist unserer Untersuchung zufolge (von den 25 Fällen in diesem Bereich wiesen 24 eine Seitendifferenz von 7° oder darüber auf, aber nur 7 einen Talusvorschub von mehr als 10 Millimeter; vergleiche Abbildung 13c, S. 181) eher eine a.p.-Vergleichsaufnahme der Gegenseite indiziert als eine gehaltene Aufnahme der verletzten Seite in seitlicher Projektion. Zumindest potentiell eine Zusatzinformation durch a.p.-Aufnahmen der unverletzten Seite kann sich für Winkel zwischen 7° und 9° ergeben. Allerdings ist in diesem Bereich, wie überhaupt bei einem nicht sicher pathologischen Ergebnis der a.p.-Aufnahme der verletzten Seite (d. h. bei einem Winkel unter 10° und einer fibulotalaren Distanz unter 11 Millimeter), unserer Ansicht nach zuerst die seitliche gehaltene Aufnahme empfehlenswerter. Bei einem Talusvorschub zwischen 8 Millimeter und 10 Millimeter kann eine Vergleichsaufnahme der Gegenseite in seitlicher Projektion indiziert sein. Erst wenn dadurch keine sichere Abklärung möglich ist (Talusvorschub unter 8 Millimeter oder Seitendifferenz unter 6 Millimeter), sollte bei einem Taluskippwinkel zwischen 7° und 9° eine a.p.-Aufnahme der Gegenseite angefertigt werden. Durch diese Vorgehensweise (vergleiche die Abbildung 12b, S. 177, und 13b, S. 180) konnten von den 12 Fällen mit verdächtigem Taluskippwinkel (5° bis 9°) und nicht sicher pathologischer fibulotalarer Distanz (unter 11 Millimeter) 7 Fälle diagnostisch abgeklärt werden, bei den übrigen 5 wurde lediglich der Verdacht auf eine Bandruptur untermauert.

Bei der Bewertung der Seitenunterschiede sollte allerdings stets auch mit berücksichtigt werden, ob die Abbildungsverhältnisse beidseits in etwa übereinstimmen und die jeweiligen Meßwerte somit vergleichbar sind. Insbesondere trifft dies für die Seitendifferenz der fibulotalaren Distanz zu, da diese Meßgröße sehr stark vom Ausmaß der Innenrotation des Unterschenkels abhängt, aber auch für die Seitendifferenz des Talusvorschubs.

5.3.2.11 Grenzen der Methode

Das Ausmaß der durch die gehaltenen Aufnahmen dokumentierten Subluxation hängt nicht nur von der Ausdehnung der jeweiligen Läsion ab, sondern auch von der ausgeübten Kraft, von der Dauer ihrer Einwirkung, von der Methode der Kraftanwendung, von der Stellung des Sprunggelenkes, von der Projektion, von der angewandten Meßmethode, von anatomischen Variationen, von der Art der verwendeten Anästhesie und vom Grad der Muskelrelaxation (40, 70). Zu den meisten dieser Gesichtspunkte wurde bereits Stellung genommen (vor allem in den Abschnitten 5.3.2.1, 5.3.2.2 und 5.3.2.4), hier soll nur noch kurz auf die beiden letztgenannten Faktoren eingegangen werden.

Als Hauptursache für falsch negative Ergebnisse von gehaltenen Röntgenaufnahmen wird die reflektorische Muskelanspannung des Patienten genannt, die ein Schubladenphänomen und/oder eine fibulare Aufklappbarkeit kompensieren kann (7, 11, 17, 24, 30, 36, 37, 50, 53, 57, 62, 63, 73, 75, 85, 109). Dies wird bestätigt durch Arbeiten, die über ein Ansteigen der Meßergebnisse bei intraoperativer Kontrolle unter Vollnarkose oder Epiduralanästhesie gegenüber den präoperativ ohne Anästhesie oder in Lokalanästhesie erhobenen Werten berichten (10, 62, 70, 97).

Einige Autoren ziehen daraus den Schluß, daß eine wirksame Schmerzbekämpfung notwendig ist und daß gehaltene Röntgenaufnahmen nur in Vollnarkose bzw. in Epiduralanästhesie (8, 70) oder unter Leitungsanästhesie (35, 46, 78, 109, 110) wirklich aussagekräftige Resultate liefern können, andere wiederum befürworten eine Lokalanästhesie der schmerzhaften Außenknöchelregion (39, 62, 100). Allerdings weisen bereits ANDERSON et al. 1952 darauf hin, daß es durch Manipulationen am verletzten Sprunggelenk beim anästhesierten Patienten zu iatrogenen Schädigungen kommen kann, da nach einer Ruptur des Lig. talofibulare anterius schon eine geringe Kraft ausreicht, um zu einem weiteren Einreißen der Kapsel und des Lig. calcaneofibulare zu führen. Auch für das Lig. talofibulare posterius ist ein derartiger Zusammenhang experimentell festgestellt

worden (77). Da die sensible Versorgung der Außenknöchelregion auch durch Äste des N. suralis erfolgt, ist laut PRINS 1978 eine Leitungsanästhesie des N. peroneus communis oder des N. peroneus superficialis nicht ausreichend zur Schmerzausschaltung. Eine Lokalanästhesie hat zusätzlich den Nachteil, daß durch sie das potentielle Operationsgebiet beeinträchtigt wird (78), und eine Vollnarkose bzw. Epiduralanästhesie erscheint angesichts der Häufigkeit von Kapselbandläsionen des Sprunggelenks als viel zu aufwendig für den praktischen Einsatz.

Unsere Ergebnisse zeigen, daß durch apparativ gehaltene Aufnahmen trotz im allgemeinen fehlender Anästhesie durchaus aussagefähige Ergebnisse erzielt werden können, was sicherlich damit zusammenhängt, daß im Haltegrät nach SCHEUBA die Belastung allmählich gesteigert und dadurch eine schmerzreflektorische Muskelanspannung oft vermieden werden kann. Hinzu kommt, daß von den Befürwortern einer Anästhesie, die auch Angaben über ihre Operationsbefunde gemacht haben, nur in einer Arbeit isolierte Rupturen des Lig. talofibulare anterius häufiger nachgewiesen worden sind als bei uns (62), ansonsten kam diese primäre Rupturform gleich häufig (70) oder sogar seltener vor (35, 46, 110). Der höhere Aufwand hatte also im allgemeinen keine bessere diagnostische Treffsicherheit zur Folge.

Daher teilen wir die in einer Reihe von Veröffentlichungen vertretene Auffassung (1, 7, 12, 20, 21, 42, 50, 51, 53, 54, 59, 65, 69, 71, 79, 85, 88, 89, 92, 94, 99, 104), daß eine Untersuchung mittels gehaltener Aufnahmen im Normalfall auch ohne Schmerzbekämpfung durchführbar ist und nur im Einzelfall bei sonst nicht durchführbarer Untersuchung auf eine Schmerzausschaltung zurückgegriffen werden sollte. Allerdings muß die Möglichkeit des Auftretens von falsch negativen Befunden immer als Einschränkung berücksichtigt werden. Das weitere diagnostische Vorgehen ist dann abhängig vom klinischen Befund (siehe Tabelle 53, S. 178).

Vergleichende Untersuchungen zwischen arthrographischen Befunden und den Ergebnissen gehaltener Aufnahmen an dersel-

ben Patientengruppe haben ergeben, daß durch die Arthrographie an frisch verletzten Sprunggelenken Bandrupturen auch bei negativem Resultat der gehaltenen Aufnahmen nachgewiesen werden konnten (10, 21, 27, 44, 59, 70, 75, 85, 97). Mehrere Autoren empfehlen daher die Arthrographie als primäre radiologische Untersuchungsmethode bei Verdacht auf eine fibuläre Bandruptur (2, 9, 11, 29, 44, 56, 70, 73, 75, 85, 97, 102). In anderen Veröffentlichungen wiederum wird eine arthrographische Untersuchung nur als mögliche Ergänzung angesehen, je nach Ergebnis der immer zuerst durchzuführenden gehaltenen Röntgenaufnahmen (5, 7, 14, 21, 27, 50, 54, 55, 59, 91, 92, 100, 106, 107, 110). Dies entspricht auch unseren Empfehlungen: Die Arthrographie als primäre radiologische Untersuchungstechnik verwenden wir bei frisch traumatisierten Sprunggelenken nicht, da die gehaltenen Aufnahmen als weniger eingreifende Methode oft bereits diagnostisch wegweisende Resultate erbringen. Eine Indikation zur Arthrographie bei frischen Kapselbandläsionen des Sprunggelenks könnte sich jedoch ergeben

- bei negativem oder grenzwertigem Befund der gehaltenen Röntgenaufnahmen und starkem klinischem Verdacht auf Vorliegen einer Bandruptur, wenn die Indikation zur Operation nicht allein klinisch gestellt werden soll
- bei beidseitig vermehrter Subluxation, falls die Differentialdiagnose zwischen habitueller Bandlockerung und frischem Bänderriß mit altem Trauma der Gegenseite nicht anamnestisch-klinisch zu stellen ist
- bei Verdacht auf eine Verletzung der Syndesmose (Ligg. tibiofibuläre anterius und posterius)
- bei Verdacht auf Knorpelschaden der Talusrolle (Flake fracture).

Sofern sich therapeutische Konsequenzen ergeben, sollte in diesen diagnostischen Zweifelsfällen nicht mit dem Einsatz

der Arthrographie geögert werden, da diese Methode nur in den ersten zwei bis drei Tagen nach dem Trauma korrekte Ergebnisse liefern kann (27, 44, 50, 85, 107) und daher nur bei rechtzeitigter Anwendung falsch negative Befunde der gehaltenen Aufnahmen abgeklärt werden können.

Die Wertigkeit einer Zweituntersuchung mittels gehaltener Röntgenaufnahmen bei unsicherem Befund der Erstuntersuchung kann nach unseren Ergebnissen nicht zuverlässig beurteilt werden, da eine solche Zweituntersuchung in unserem Patientenkollektiv nur 4mal durchgeführt worden ist, wobei in 3 dieser 4 Fälle nach unseren neu aufgestellten Kriterien allerdings die Diagnose bereits nach dem Ergebnis der Erstuntersuchung zu stellen gewesen wäre. Werden Zweitaufnahmen angefertigt, so sollte dies möglichst innerhalb der ersten beiden Tage nach dem Unfall erfolgen, um sich gegebenenfalls die Möglichkeit einer Arthrographie offen zu halten.

Wie bei den Erläuterungen zur Wertigkeit der Vergleichsaufnahmen der Gegenseite im Abschnitt 5.3.2.10.4 bereits erwähnt, zeigen gehaltene Röntgenaufnahmen nicht, wann sich eine Lockerung des Bandgefüges zugetragen hat (48). Eine Unterscheidung zwischen akuten und chronischen Kapselbandläsionen ist daher nur aufgrund des Röntgenbefundes nicht zu treffen. Bei chronischen Kapselbandläsionen des Sprunggelenks stellt sich das Problem der Differenzierung zwischen funktioneller und mechanischer Instabilität (1, 18, 28, 39, 48, 69, 78, 79, 95). Unter funktioneller Instabilität versteht man, daß ein Patient nach einem akuten Umknicktrauma ein Gefühl der Unsicherheit beim Gehen und Laufen verspürt, ohne daß mittels gehaltener Röntgenaufnahmen eine Subluxation des Talus zu provozieren ist (95). Als Erklärung für dieses Phänomen der Gangunsicherheit trotz erhaltener mechanischer Stabilität werden eine Schädigung von propriozeptiven Organen im Bereich des Außenknöchels (18) und/oder eine Unterbrechung des afferenten, sensiblen Reflexbogens durch das Umknicktrauma (1) angeführt.

Nur chronische Läsionen mit mechanischer Instabilität sind durch gehaltene Aufnahmen nachweisbar. Aber nicht jede mecha-

nische Instabilität hat Krankheitswert, da auch eine Bandlockerung nach altem Trauma durch eine kräftige Muskulatur, insbesondere die Mm. peroneus longus und brevis, kompensiert werden kann (17, 109). Wenn aber, wie bei 4 unserer Patienten, nach früheren, unvollständig ausgeheilten Traumen sich eine erneute, gleichartige Verletzung ereignet, so ist diese chronische Lockerung des Bandgefüges auch ohne frische Ruptur als pathologisch zu werten (vergleiche Abschnitt 5.3.2.5).

Trotz dieser Einschränkungen soll die Untersuchung mittels gehaltener Aufnahmen bei chronischen Kapselbandläsionen der Arthrographie überlegen sein, da letztere bei diesen Fällen zahlreiche falsch negative Resultate liefert (91).

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Anfertigung von gehaltenen Röntgenaufnahmen sowohl bei akuten als auch bei chronischen Kapselbandläsionen des Sprunggelenks eine sinnvolle Untersuchungsmethode ist. Allerdings darf man von ihr nicht mehr erwarten, als sie zu leisten imstande ist: Gehaltene Aufnahmen können immer nur dazu beitragen, Bandrupturen am oberen Sprunggelenk nachzuweisen, sie aber niemals ausschließen. Diese Einschränkung und die anderen Faktoren, von denen das Ergebnis der gehaltenen Aufnahmen abhängt und die zu Beginn dieses Abschnitts noch einmal aufgezählt worden sind, sollten bei der Bewertung der Ergebnisse immer berücksichtigt werden. Da der Schweregrad von Bandläsionen des Sprunggelenks sowohl klinisch als auch radiologisch oft schwierig abzuschätzen ist, stimmen wir mit LINDSTRAND et al. 1978 darin überein, daß keine Untersuchungsmethode allein eine vollständige und exakte Information über den Zustand des Kapselbandapparates garantiert.

5.3.2.12 Vorschlag zur Stufendiagnostik

In den Abbildungen 12a, 12b und 12c wird ein Vorschlag zum praktischen Vorgehen bei der Anfertigung von gehaltenen Röntgenaufnahmen des Sprunggelenks unterbreitet. Ausgehend von der Überlegung, daß nicht in jedem Fall vier gehaltene Aufnahmen zur Diagnosestellung notwendig sein müssen, wurde ein Flußdiagramm erstellt, das die aus unserem Patientenkollektiv ermittelte und im Abschnitt 5.3.2.10 dargestellte Wertigkeit der einzelnen Meßmethoden berücksichtigt. Dabei wurde im Sinn eines gezielten Einsatzes der jeweiligen Aufnahme besonderer Wert darauf gelegt, daß jeder diagnostischen Stufe Kriterien zugeordnet sind, die eine Entscheidung darüber ermöglichen, welche Aufnahme als nächste hilfreich sein kann bzw. ob überhaupt noch weitere Aufnahmen angezeigt sind. Am Ende des Schemas steht dann jeweils eine Röntgendiagnose, die im wesentlichen der üblichen Einteilung in Schweregrade entspricht (7, 14, 16, 54, 69, 79, 88, 92, 94, 99, 110). Wird röntgenologisch keine Ruptur diagnostiziert, so entspricht dies einer Kapselbandläsion ersten Grades (ohne Instabilität). Wird röntgenologisch der Verdacht auf Vorliegen einer Bandruptur geäußert, so entspricht dies einer Kapselbandläsion zweiten Grades (mit Instabilität). Eine radiologisch als sicher angesehene Bandruptur schließlich entspricht einer Kapselbandläsion dritten Grades (mit erheblicher Instabilität). Diese Einteilung hat lediglich deskriptiven Charakter, eine Unterscheidung zwischen isolierter und kombinierter Außenbandruptur, die in der Literatur mitunter dieser Gradeinteilung zugrundeliegt, kann - wie bereits mehrfach betont - nicht getroffen werden.

In den Abbildungen 13a, 13b und 13c sind die 110 Fälle unserer Studie den einzelnen Stufen des Diagnoseschemas zugeordnet.

1. STUFE:

- a) Kriterium:
Taluskippwinkel

Entscheidung:

- b) Kriterium:
Fibulotalare Distanz

Entscheidung:

2. STUFE:

- Kriterium:
Talusvorschub

Entscheidung:

3. STUFE:

- Kriterium:
Seitendifferenz
Talusvorschub

Entscheidung:

4. STUFE:

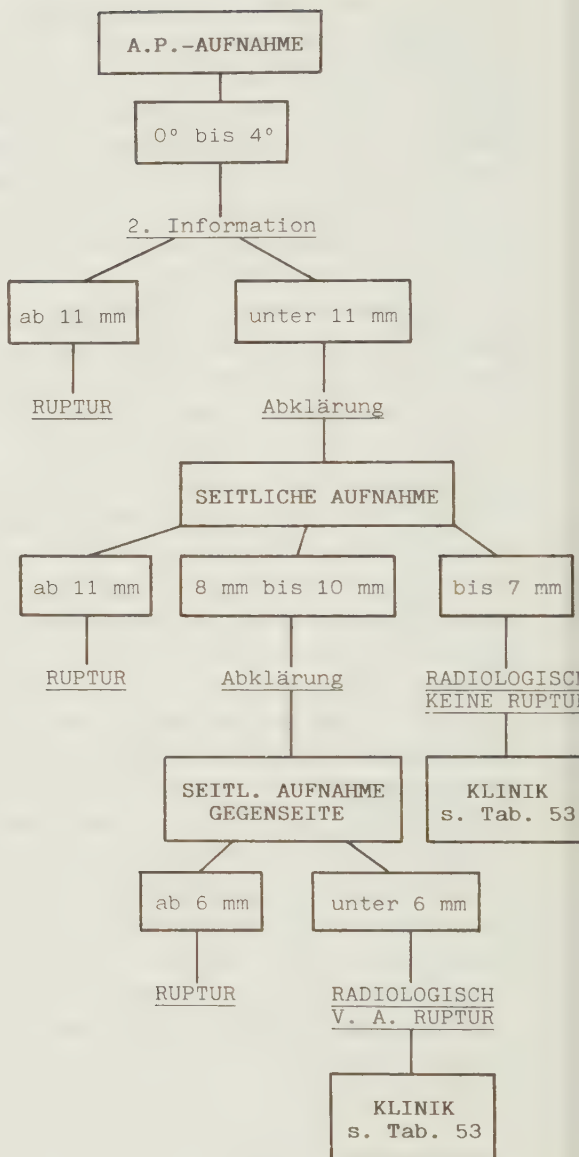


Abbildung 12a: Vorschlag zur Stufendiagnostik bei der Anfertigung gehaltener Aufnahmen des Sprunggelenks: Taluskippwinkel bis 4°

1. STUFE:

a) Kriterium:
Taluskipwinkel

Entscheidung:

A.P.-AUFNAHME

5° bis 9°

2. Information

b) Kriterium:
Fibulotalare Distanz

Entscheidung:

ab 11 mm

RUPTUR

unter 11 mm

Abklärung

2. STUFE:

Kriterium:
Talusvorschub

Entscheidung:

SEITLICHE AUFNAHME

bis 7 mm

Abklärung

ab 11 mm

RUPTUR

8 mm bis 10 mm

Abklärung

3. STUFE:

Kriterium:
Taluskipwinkel bzw.
Seitendifferenz
Talusvorschub

Entscheidung:

TALUSKIPPWINKEL

5° - 6°

RADIOLOGISCH
V. A. RUPTUR

7° - 9°

Abklärung

SEITL. AUFNAHME
GEGENSEITE

unter 6 mm

Abklärung

ab 6 mm

RUPTUR

4. STUFE:

Kriterium:
Seitendifferenz
Taluskipwinkel

Entscheidung:

KLINIK
s. Tab. 53

A.P.-AUFNAHME
GEGENSEITE

ab 7°

RUPTUR

unter 7°

RADIOLOGISCH
V. A. RUPTUR

KLINIK
s. Tab. 53

5. STUFE:

Abbildung 12b: Vorschlag zur Stufendiagnostik bei der Anfertigung gehaltener Aufnahmen des Sprunggelenks: Taluskipwinkel von 5° bis 9°

1. STUFE:

- a) Kriterium:
Taluskippwinkel

Entscheidung:

- b) Kriterium:
Fibulotalare Distanz

Entscheidung:

2. STUFE:

Kriterium:
Seitendifferenz
Taluskippwinkel bzw.
Talusvorschub

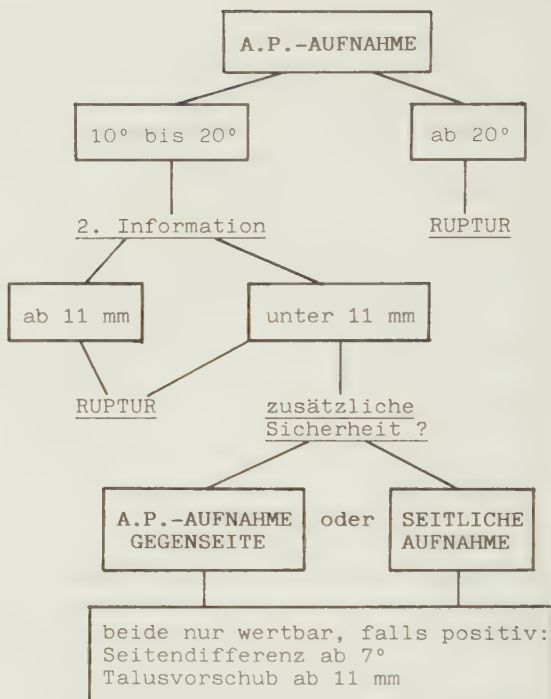


Abbildung 12c: Vorschlag zur Stufendiagnostik bei der Anfertigung gehaltener Aufnahmen des Sprunggelenks: Taluskippwinkel ab 10°

"KLINIK" bedeutet:

- Erneutes Abwägen von klinischem Befund und Anamnese (Unfallhergang, Vorgeschichte) angesichts des radiologischen Befundes
- Operabilität bzw. Operationsbereitschaft des Patienten feststellen
- ggf. Zweituntersuchung (nach spätestens 2 Tagen)
- ggf. Schmerzausschaltung
- ggf. Arthrographie erwägen (innerhalb von 48 bis 72 Stunden nach dem Trauma)

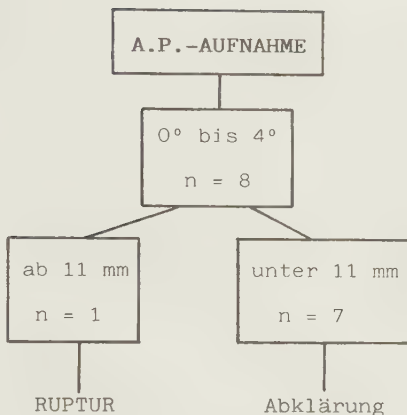
Tabelle 53: Vorschlag zum weiteren Vorgehen in diagnostischen Zweifelsfällen

1. STUFE:

Taluskippwinkel

Fibulotalare Distanz

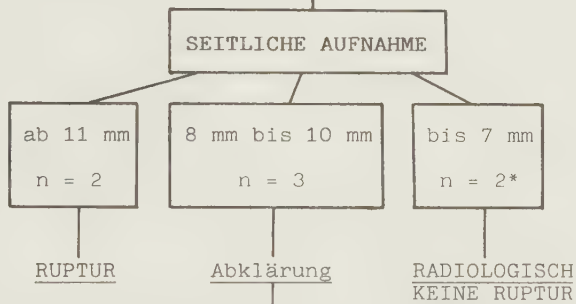
Entscheidung:



2. STUFE:

Talusvorschub

Entscheidung:



3. STUFE:

Seitendifferenz
Talusvorschub

Entscheidung:

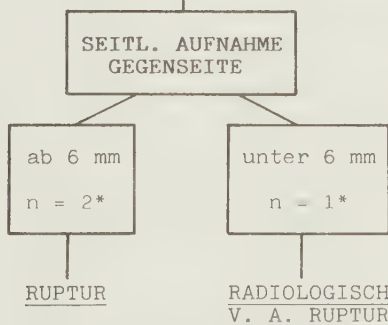


Abbildung 13a: Verteilung des untersuchten Patientenkollektivs innerhalb des Schemas zur Stufendiagnostik: Taluskippwinkel bis 4° (n = 8)

*je 1 Fall mit fehlenden a.p.-Aufnahmen

1. STUFE:

Taluskippwinkel

Fibulotalare Distanz

Entscheidung:

2. STUFE:

Talusvorschub

Entscheidung:

3. STUFE:

Taluskippwinkel bzw.
Seitendifferenz
Talusvorschub

Entscheidung:

4. STUFE:

Seitendifferenz
Taluskippwinkel

Entscheidung:

A.P.-AUFNAHME

5° bis 9°

n = 28

ab 11 mm

n = 16*

RUPTUR

unter 11 mm

n = 9

Abklärung

nicht meßbar

n = 3

SEITLICHE AUFNAHME

bis 7 mm

n = 2

Abklärung

ab 11 mm

n = 3*

RUPTUR

8 mm bis 10 mm

n = 7

Abklärung

TALUSKIPPWINKEL

5° - 6°

n = 1

RADIOLOGISCH
V. A. RUPTUR

7° - 9°

n = 5

Abklärung

SEITL. AUFNAHME
GEGENSEITE

unter 6 mm

n = 4

Abklärung

ab 6 mm

n = 3*

RUPTUR

A.P.-AUFNAHME
GEGENSEITE

ab 7°

n = 1

RUPTUR

unter 7°

n = 4**

RADIOLOGISCH
V. A. RUPTUR

Abbildung 13b: Verteilung des untersuchten Patientenkollektivs innerhalb des Schemas zur Stufendiagnostik: Taluskippwinkel von 5° bis 9° (n = 28)

* je 1 Fall ohne frische Ruptur, aber mit Vorschädigung

** 2 Fälle ohne Ruptur und ohne Vorschädigung
und 1 Fall mit fehlenden seitlichen Aufnahmen

1. STUFE:

Taluskippwinkel

Entscheidung:

Fibulotalare Distanz

Entscheidung:

A.P.-AUFNAHME

10° bis 20°

n = 58

ab 20°

n = 16

2. Information

RUPTUR

ab 11 mm

n = 33*

unter 11 mm

n = 19

nicht meßbar

n = 6

RUPTUR

RUPTUR

zusätzliche
Sicherheit ?

A.P.-AUFNAHME
GEGENSEITE

oder

SEITLICHE
AUFNAHME

über 7°

n = 24

über 11 mm

n = 7

n = 7 konkordant

2. STUFE:

Seitendifferenz
Taluskippwinkel
bzw. Talusvorschub
verletzte Seite

Abbildung 13c: Verteilung des untersuchten Patientenkollektivs innerhalb des Schemas zur Stufendiagnostik: Taluskippwinkel ab 10° (n = 74)

* 1 Fall ohne frische Ruptur, aber mit Vorschädigung

Nach unserem Diagnoseschema ergaben sich radiologisch 2 falsch negative Ergebnisse (1,8 %), wobei in einem dieser beiden Fälle nur die Aufnahmen in seitlicher Projektion vorgelegen haben. Die beiden falsch positiven Fälle ohne Bandruptur (1,8 %) wurden lediglich als verdächtig eingestuft. Wollte man auch die 4 Fälle mit Vorschädigung (Narbengewebe), aber ohne frische Bandruptur als Fehldiagnosen werten (was nach unserer Auffassung aber nicht gerechtfertigt erscheint; siehe Abschnitt 5.3.2.5), so würden sich 4 falsch positive Diagnosen im als sicher pathologisch angesehenen Bereich (3,6 %) und 2 falsch positive Diagnosen im fraglich pathologischen Bereich (1,8 %) ergeben.

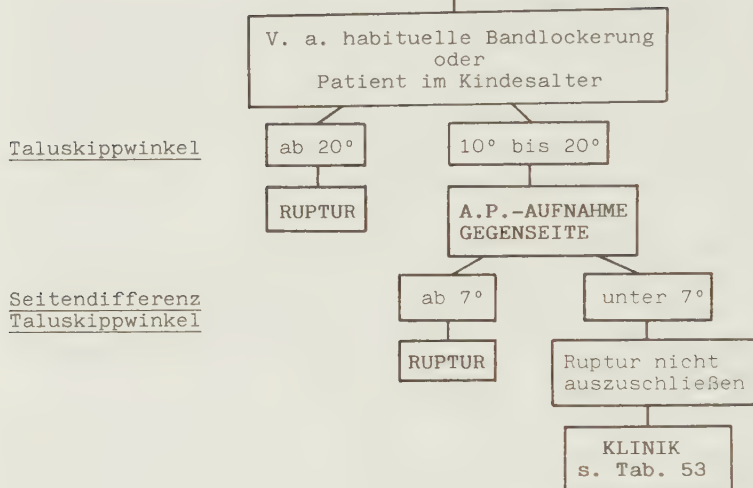
Das Diagnoseschema bezieht sich nur auf die Röntgendiagnostik. Die endgültige diagnostische Einteilung in Bänderzer rung, Bänderdehnung und Bänderriß kann nur in Zusammenschau mit dem klinischen Befund getroffen werden. Dies ist besonders wichtig bei grenzwertigen Befunden. Denn auch wenn in den vorigen Abschnitten sehr viel von Winkelgraden und Millimetern die Rede gewesen ist, so sind wir dennoch mit anderen Autoren (12, 15, 42, 88, 109, 110) der Auffassung, daß insbesondere die Entscheidung zur Operation nicht ausschließlich von der Anzahl der gemessenen Winkelgrade und Millimeter abhängen darf. In diesem Sinn sollte die Entscheidungsstufe "Klinik" im Diagnoseschema verstanden werden: Sie bedeutet einen Vorschlag zum weiteren Vorgehen in diagnostischen Zweifelsfällen (siehe Tabelle 53).

Daß der klinische Untersuchungsbefund und die Anamnese über Unfallmechanismus und frühere Traumen im Bereich beider Sprunggelenke angesichts des Ergebnisses der Röntgenuntersuchung erneut abgewogen werden müssen, ist selbstverständlich. Sie können für die korrekte Interpretation der gehaltenen Aufnahmen entscheidend sein. Wichtig erscheint es auch, die Operabilität bzw. die Operationsbereitschaft des Patienten festzustellen. Denn wenn der Patient in jedem Fall die konservative Therapie vorzieht, ist eine zu ausführliche Diagnostik nicht indiziert, da sich daraus vermutlich nur wenig therapeutische Konsequenzen ergeben. Würde der Patient

bei nachgewiesener Bandruptur in eine Operation einwilligen, kommt eine erneute Untersuchung mittels gehaltener Aufnahmen in Frage, die aber spätestens zwei Tage nach dem Trauma erfolgen sollte - falls erforderlich mit Schmerzbekämpfung - oder es sollte die Möglichkeit einer Arthrographie erwogen werden. Diese beiden Alternativen wurden im Abschnitt 5.3.2.11 bereits ausführlich erörtert.

Die Abbildungen 14a und 14b zeigen Vorschläge zum Vorgehen in einigen Sonderfällen, die sowohl klinisch als auch untersuchungstechnisch bedingt sein können. Auf die jeweiligen Gesichtspunkte ist bereits in früheren Abschnitten ausführlich eingegangen worden, sodaß sich eine erneute Diskussion erübrigt.

ANAMNESE und KLINIK I



ANAMNESE und KLINIK II

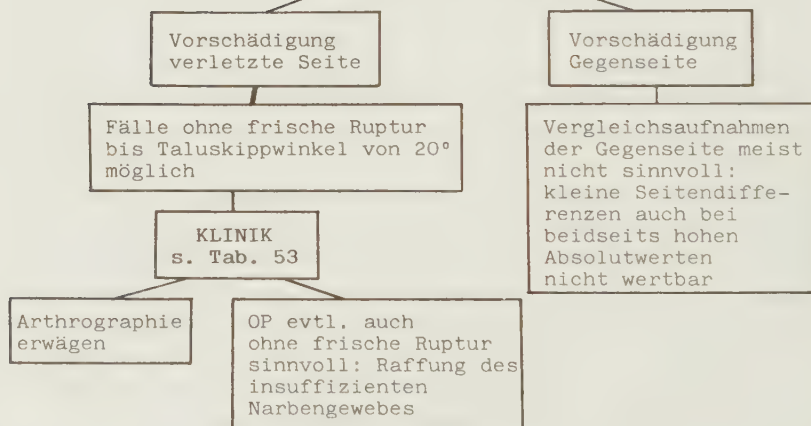


Abbildung 14a: Vorschläge zum diagnostischen Vorgehen in Sonderfällen: Anamnese und Klinik

UNTERSUCHUNGSGANG I

submaximale Belastbarkeit
(schmerzreflektorische Muskelspannung)

A.P.-AUFNAHME
(auch bei geringerer
Belastung als 200 N
ausführen)

Taluskippwinkel

ab 10°

unter 10°

RUPTUR

SEITLICHE
AUFNAHME

Talusvorschub

ab 11 mm

unter 11 mm

RUPTUR

Wiederholung der a.p.-
Aufnahme nach spätestens
2 Tagen, falls notwendig
mit Schmerzbekämpfung
oder:
Arthrographie

UNTERSUCHUNGSGANG II

frischer knöcherner Bandausriß
erkennbar (Nativaufnahmen oder
gehaltene Aufnahmen in a.p.-
Projektion):

keine weiteren
Aufnahmen indiziert

schlechte Aufnahmetechnik:
unzureichende Projektion

Wiederholung der
mißlungenen Aufnahme

Abbildung 14b: Vorschläge zum diagnostischen Vorgehen in Sonderfällen: Untersuchungsgang

Für die von uns untersuchten 110 Fälle lagen insgesamt 417 gehaltene Röntgenaufnahmen vor (107 a.p.- und 105 seitliche Aufnahmen der verletzten Seite, 103 a.p.- und 102 seitliche Aufnahmen der Gegenseite). Werden nun, wie in den Abbildungen 13a bis 13c dargestellt, diese 110 Fälle streng dem vorgestellten Schema zu Stufendiagnostik zugeordnet, so ergibt sich, daß nur 145 Aufnahmen nötig waren, um zu einer radiologischen Diagnose zu kommen. (Dabei wurde bereits einkalkuliert, daß in den 3 Fällen, in denen nur Bilder in einer Ebene vorgelegen haben und die aufgrund deren Ergebnis nicht sicher zu diagnostizieren gewesen sind, maximal 2 weitere Aufnahmen, nämlich die zweite Ebene auf verletzter und unverletzter Seite, zur endgültigen Diagnosestellung notwendig sein können.) Wird für die Fälle mit einem Taluskippwinkel zwischen 10° und 20° , aber nicht pathologischer fibulotalarar Distanz eine zusätzliche Sicherheit durch Vergleichsaufnahmen der Gegenseite in a.p.-Projektion und gegebenenfalls durch seitliche Aufnahmen gewünscht, so wären maximal 27 weitere gehaltene Aufnahmen erforderlich, sodaß sich eine Gesamtzahl von 172 Bildern ergibt. Somit wären nach unserem Diagnose-schema nur 34,8 % bzw. 41,3 % der angefertigten Aufnahmen auch tatsächlich notwendig gewesen.

Jedoch gilt es eine Reihe von Einschränkungen zu bedenken: Aufgrund unserer Ergebnisse ist, da sie nur auf den Befunden von operierten Patienten beruhen, keine sichere Aussage über die Quote an falsch negativen gehaltenen Röntgenaufnahmen und damit über die Spezifität der Methode möglich. Allerdings zeigen epidemiologische Überlegungen zur relativen Häufigkeit der einzelnen Rupturformen (siehe Abschnitt 5.2), daß isolierte Rupturen des Lig. talofibulare anterius bei unseren Patienten im Vergleich zur tatsächlichen Inzidenz unterrepräsentiert waren, was letztlich bedeutet, daß eine Reihe von Fällen mit diesem Verletzungstyp nicht erfaßt worden sind. Dies legt die Schlußfolgerung nahe, daß es für keine Meßgröße einen Grenzwert gibt, unterhalb dessen eine fibuläre Bandruptur mit Sicherheit ausgeschlossen werden könnte, was auch in anderen Arbeiten betont wird (10, 11, 16, 21, 39, 41, 50, 54, 63, 65, 70, 73, 85, 89). So fanden beispielsweise

SAUSER et al. 1983 bei einem Vergleich zwischen gehaltenen Aufnahmen und Arthrographie nach einem frischen Trauma bei einem Taluskippwinkel von 0° noch eine Wahrscheinlichkeit von 60 % für das Vorliegen einer Bandruptur. Daher sollte man sich unserer Ansicht nach vor allem vor einem unzulässigen Umkehrschluß hüten: Wenn man operierte Fälle auswertet und dabei nur Meßwerte beobachtet, die oberhalb eines bestimmten Grenzwertes liegen, so darf daraus keinesfalls gefolgert werden, daß unterhalb dieser Grenze immer intakte Bandverhältnisse vorliegen, da die Operationsindikation die Zusammensetzung des untersuchten Krankengutes mitbestimmt hat.

Auch in einer anderen Hinsicht zeigt sich diese Präselektion der von uns untersuchten Patientengruppe: Denn wenn innerhalb unseres Patientenkollektivs nur selten alle vier gehaltenen Aufnahmen für die Diagnose wirklich notwendig gewesen sind, so weist dies darauf hin, daß diagnostische Grenzfälle nur recht selten operiert worden sind. Dieser Umstand hat wiederum zur Folge, daß für einzelne Untergruppen des Diagnoseschemas nur sehr geringe Fallzahlen vorliegen (siehe die Abbildungen 13a und 13b). Deshalb soll auch - wie bereits betont - kein striktes Festhalten an starren Grenzwerten propagiert werden, zumal da mit Schwankungen um 1 Winkelgrad bzw. 1 Millimeter im Rahmen der Meßgenauigkeit gerechnet werden muß.

Unsere Berechnung über die Anzahl der tatsächlich notwendigen Aufnahmen bezieht sich insofern auf einen theoretischen Idealfall. Ihr eigentlicher Zweck liegt darin, zu verdeutlichen, daß keineswegs immer vier gehaltene Aufnahmen angefertigt werden müssen, um zu einer korrekten Röntgendiagnose zu kommen, und daß bei einem sinnvollen Einsatz der jeweiligen Aufnahmen eine Einsparung von Röntgenbildern möglich ist ohne Verlust an diagnostischer Genauigkeit.

Trotz der aufgezeigten Einschränkungen hoffen wir, daß die Anwendung des Diagnoseschemas zu einer Verbesserung bei der Beurteilung von gehaltenen Aufnahmen des Sprunggelenks führen kann. Die vorliegende Arbeit versucht, hierzu einen Denkstoß zu geben. Eine weitere, diesmal prospektiv angelegte

Studie ist erforderlich, um die Wertigkeit unseres Diagnose-schemas für ein nicht selektiertes Krankengut zu überprüfen. Eine entsprechende Studie muß auch abgewartet werden, ehe endgültig beurteilt werden kann, ob in bestimmten Fällen eine Reduktion der Anzahl der gehaltenen Aufnahmen klinisch sinnvoll ist, wodurch - wie unsere Ergebnisse nahelegen - möglicherweise redundante Informationen vermieden und den Patienten schmerzhaftes, aber nicht mehr notwendige Untersuchungen erspart werden können.

In der vorliegenden Arbeit wird über die Auswertung der Röntgenbilder von 110 Patienten (41 Frauen und 69 Männer, Durchschnittsalter: 27,0 Jahre) mit operativ behandelten Kapselbandläsionen des oberen Sprunggelenks berichtet. In 49 Fällen lag ein isolierter Riß des Lig. talofibulare anterius vor (4 Teilrupturen), 41mal war zusätzlich des Lig. calcaneo-fibulare gerissen (12 Teilrupturen) und 9mal auch noch das Lig. talofibulare posterius (4 Teilrupturen). Bei 5 Patienten traten Sonderformen auf und 6 Patienten hatten keinen frischen Bänderriß.

In den Standardaufnahmen des Sprunggelenks in zwei Ebenen wurde besonders auf frische Begleitverletzungen und auf Zeichen einer früheren Schädigung geachtet. Bei den frischen Begleitverletzungen zeigte sich nur eine geringe Übereinstimmung zwischen Röntgen- und Operationsbefund (53,3 % falsch positive und 28,6 % falsch negative Röntgendiagnosen). Radiologische Hinweise auf alte Sprunggelenkstraumen fanden sich auf der aktuell verletzten Seite in 25,5 % der Fälle, auf der Gegenseite nur in 6,8 %, was darauf hinweist, daß für ein bereits vorgeschädigtes Gelenk ein höheres Risiko eines Bänderisses besteht.

Hauptgegenstand der Arbeit ist die Röntgenuntersuchung mittels gehaltener Aufnahmen (angefertigt im Haltegerät nach SCHEUBA). 4 verschiedene Instabilitätsparameter wurden bestimmt. Für diese ergaben sich folgende Meßwerte (in Klammern die Ergebnisse auf der Gegenseite): Taluskippwinkel: 1° bis 39° , $\bar{x} = 13,5^{\circ}$ (0° bis 18° ; Median $\tilde{x} = 3^{\circ}$); fibulotalare Distanz: 3 mm bis 18 mm, $\bar{x} = 11,0$ mm (2 mm bis 15 mm, $\bar{x} = 8,0$ mm); Talusvorschub, Methode A: 4 mm bis 15 mm, $\bar{x} = 8,5$ mm (2 mm bis 13 mm, $\bar{x} = 6,0$ mm); Talusvorschub, Methode B: 4 mm bis 17 mm, $\bar{x} = 9,0$ mm (2 mm bis 14 mm, $\bar{x} = 6,0$ mm); Schubladenindex: 50 bis 517, $\bar{x} = 202$ (23 bis 481, $\bar{x} = 118$). Beim Vergleich der beiden gängigen Meßtechniken für den Talusvorschub (Messung von der Tibiahinterkante zum nächstgelegenen Punkt des Talus, Methode A, bzw. in Richtung auf die Mitte

des Talus, Methode B) zeigte sich, daß die Unterschiede bis zu 2 mm betragen können. Da beide Meßtechniken aber im Prinzip gleichwertig sind, erscheint die unkompliziertere Methode A empfehlenswerter. Zwischen den Untergruppen mit isolierter, kombinierter und totaler Außenbandruptur waren die Überschneidungen bei allen 4 Instabilitätsparametern so stark, daß eine sichere Unterscheidung zwischen diesen Verletzungstypen mittels gehaltener Aufnahmen in der Regel nicht möglich ist. Lediglich bei einem Taluskippwinkel über 20° besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine kombinierte Ruptur, in allen anderen Fällen kann nur die allgemeine Diagnose eines fibularen Bänderrisses gestellt werden.

Bei der Betrachtung der Einflüsse der Untersuchungstechnik zeigte sich, daß bei hoch angelegtem Support statistisch auffällig höhere Werte für den Talusvorschub auftraten als bei tief angelegtem Support ($p = 0,02$). Die angestrebte Belastung von 200 N wurde bei den a.p.-Aufnahmen 71mal und bei den seitlichen Aufnahmen 84mal erreicht (kein signifikanter Unterschied), was zwar für die stärkere Schmerzhaftigkeit der a.p.-Aufnahme spricht, aber gleichzeitig verdeutlicht, daß diese Belastung auch am frisch traumatisierten Sprunggelenk ohne Anästhesie toleriert wird. Nur in 45 Fällen sind die gehaltenen Aufnahmen noch am Tag des Unfalls selbst angefertigt worden. Diese Tendenz zum Abwarten bringt jedoch keine Verbesserung der Diagnostik, da in der sofort untersuchten Untergruppe sogar höhere Werte des Taluskippwinkels auftraten im Vergleich zum Rest des Gesamtkollektivs ($p < 0,02$). Für die Bewertung der Abbildungsqualität werden Kriterien aufgestellt, nach denen die gehaltenen Aufnahmen in drei Klassen eingeteilt werden. Dabei lag in den seitlichen Aufnahmen signifikant häufiger ($p < 0,001$) eine als "schlecht" bewertete Projektion vor, wofür untersuchungstechnische und pathophysiologische Ursachen in Frage kommen.

Der Vergleich mit dem ursprünglichen Röntgenbefund ergab für den Taluskippwinkel eine Objektivität von 65 % und für den Talusvorschub eine Objektivität von 89 % (Methode A) bzw. 74 % (Methode B; Toleranzbereich ± 1 Winkelgrad bzw. Millimeter). Bei der Reliabilitätsprüfung ergab sich für die Bewer-

tung der Projektion eine Reproduzierbarkeit von 84 %, für den Taluskippwinkel von 90 %, für die fibulotalare Distanz von 91 %, für den Talusvorschub von 97 % und für den Schubladenindex von 76 % (innerhalb einer Grenze von ± 30 ; übrige Toleranzbereiche wie oben).

Aufgrund der Normalwerte der unverletzten Seite und der Maximalwerte bei den falsch positiven Operationsbefunden erscheinen folgende Grenzwerte sinnvoll: Taluskippwinkel: ab 5° Verdacht auf Bandruptur, ab 10° eindeutig pathologisch (Seitendifferenz: ab 7°): fibulotalare Distanz: ab 11 mm eindeutig pathologisch (Seitendifferenz: ab 4 mm); Talusvorschub: ab 8 mm Verdacht auf Bandruptur, ab 11 mm eindeutig pathologisch (Seitendifferenz: ab 6 mm); Schubladenindex: ab 210 Verdacht auf Bandruptur, ab 280 eindeutig pathologisch (Seitendifferenz: ab 175). Gemäß den vorliegenden Ergebnissen hat die a.p.-Aufnahme die deutlich höhere Wertigkeit (in 88,1 % positive Diagnose möglich). Jedoch hätte ein Verzicht auf die zweite Ebene etwa 10 % falsch negative Befunde zur Folge gehabt. Die Vergleichsaufnahmen der Gegenseite können nur eine zusätzliche Sicherheit liefern, die Bewertung der Seitenunterschiede sollte aber nicht alleinige Grundlage der Röntgendiagnose sein (Gefahr falsch negativer Befunde). Taluskippwinkel und fibulotalare Distanz können auch voneinander unabhängige Ergebnisse liefern und sich daher ergänzen, während Talusvorschub und Schubladenindex weitgehend konkordante Befunde ergeben ($r = 0,857$; $p < 0,001$).

Abschließend wird ein Schema zur Stufendiagnostik vorgestellt, das die gezielte Anfertigung weiterer Röntgenbilder vorschlägt, falls eine Instabilität nicht bereits in den immer zuerst durchzuführenden a.p.-Aufnahmen nachzuweisen ist. Das weitere Vorgehen in diagnostischen Zweifelsfällen wird diskutiert. Durch dieses differenzierte Diagnoseschema können Röntgenbilder eingespart werden, da nicht in jedem Fall 4 gehaltenen Aufnahmen notwendig erscheinen.

7 LITERATURVERZEICHNIS

Die Zeitschriftentitel sind in diesem Literaturverzeichnis gemäß den Richtlinien der "World Medical Periodicals", zitiert bei LIPPERT 1981, abgekürzt. Ebenfalls nach einer Empfehlung von LIPPERT 1981 wird bei englischsprachigen Titeln prinzipiell die Kleinschreibung angewendet.

1. ADLER, H.: Therapie und Prognose der frischen Außenknöchelbandläsion. Unfallheilkunde 79 (1976), 101 - 104.
2. ALA-KETOLA, L., J. PURANEN, E. KOIVISTO, M. PUUPERÄ: Arthrography in the diagnosis of ligament injuries and classification of ankle injuries. Radiology 125 (1977), 63 - 68.
3. ANDERSON, K. J., J. F. LECOCQ: Operative treatment of injury to the fibular collateral ligaments of the ankle. J. Bone Jt Surg. A 36 (1954), 825 - 832.
4. ANDERSON, K. J., J. F. LECOCQ, E. A. LECOCQ: Recurrent anterior subluxation of the ankle joint. J. Bone Jt Surg. A 34 (1952), 853 - 860.
5. BÄR, B.-W., W. TAUSCH: Spätergebnisse der operativen Therapie lateraler Bandrupturen des oberen Sprunggelenks. Beitr. Orthop. Traumat. 30 (1983), 86 - 90.
6. BERNAU, A.: Orthopädische Röntgendiagnostik - Einstellungstechnik. Urban & Schwarzenberg, München - Wien - Baltimore 1981, S. 196 ff.
7. BERNETT, P., A. SCHIRMANN: Akute Sportverletzungen des Sprunggelenks. Unfallheilkunde 82 (1979), 155 - 166.
8. BROOKS, S. C., B. T. POTTER, J. B. RAINEY: Inversion injuries of the ankle: Clinical assessment and radiographic

review. Brit. med. J. 282 (1981), 607 - 608.

9. BROSTRÖM, L.: Sprained ankles. I. Anatomic lesions in recent sprains. Acta chir. scand. 128 (1964), 483 - 495.

10. BROSTRÖM, L.: Sprained ankles. III. Clinical observations in recent ligament ruptures. Acta chir. scand. 130 (1965), 560 - 569.

11. BROSTRÖM, L.: Sprained ankles. V. Treatment and prognosis in recent ligament ruptures. Acta chir. scand. 132 (1966), 537 - 550.

12. BRUNS, J., H. KROPSHOFER, H.-R. TREPTOW: Zur Außenbandruptur am oberen Sprunggelenk. Akt. Traumat. 13 (1983), 222 - 225.

13. BURCH, H.-B.: False diagnosis of ankle sprain. In: CHAPCHAL, G. (Hrsg.): Injuries of the ligaments and their repair. Thieme, Stuttgart 1977, S. 183 ff.

14. BURRI, C.: Frakturen und Distorsionen am oberen Sprunggelenk. Langenbecks Arch. Chir. 349 (1979), 355 - 359.

15. BURRI, C., R. NEUGEBAUER: Chronische Instabilität am oberen Sprunggelenk. Unfallheilkunde 86 (1983), 285 - 294.

16. CASS, J. R., B. F. MORREY: Ankle instability: Current concepts, diagnosis, and treatment. Mayo Clin. Proc. 59 (1984), 165 - 170.

17. CEDELL, C.-A.: Ankle lesions. Acta orthop. scand. 46 (1975), 425 - 445.

18. CETTI, R., S.-E. CHRISTENSEN, M. T. CORFITSSEN: Ruptured fibular ankle ligament: Plaster or Pliton brace? Brit. J. Sports Med. 18 (1984), 104 - 109.

19. COX, J. S., T. F. HEWES: "Normal" talar tilt angle. Clin. Orthop. 140 (1979), 37 - 41.
20. DANNEGGER, M.: Bandrupturen am oberen Sprunggelenk. Diagnose und Therapie. Fortschr. Med. 97 (1979), 962 - 964.
21. DENGEL, H.: Die Wertigkeit von speziellen Röntgenuntersuchungen bei Außenbandläsionen des oberen Sprunggelenks. Radiologe 22 (1982), 461 - 469.
22. DIAS, L. S.: The lateral ankle sprain: An experimental study. J. Trauma 19 (1979), 266 - 269.
23. DIETSCHI, C., H. ZOLLINGER: Beitrag zur Diagnostik der lateralen Bandverletzungen des oberen Sprunggelenks. Z. Orthop. 111 (1973), 724 - 731.
24. DIETSCHI, C., H. ZOLLINGER: Radiological diagnosis of lateral laxity of the ankle joint. In: CHAPCHAL, G. (Hrsg.): Injuries of the ligaments and their repair. Thieme, Stuttgart 1977, S. 181 f.
25. DREZ, D., J. C. YOUNG, D. WALDMAN, R. SHACKLETON, W. PARKER: Nonoperative treatment of double lateral ligament tears of the ankle. Am. J. Sports Med. 10 (1982), 197 - 200.
26. EDEIKEN, J., J. M. COTLER: Ankle injury. The need for stress films. J. Amer. med. Ass. 240 (1978), 1182 - 1184.
27. EVANS, G. A., S. D. FRENYO: The stress-tenogram in the diagnosis of ruptures of the lateral ligaments of the ankle. J. Bone Jt Surg. B 61 (1979), 347 - 351.
28. EVANS, G. A., P. HARDCASTLE, A. D. FRENYO: Acute rupture of the lateral ligament of the ankle. To suture or not to suture ? J. Bone Jt Surg. B 66 (1984), 209 - 212.
29. FISCHEDICK, O., M. KESSLER, K. LANGENBRUCH: Kontrastdar-

stellung der Gelenke. Wert und Stellung der Arthrographie heute. Dtsch. Ärztebl. 79 (1982), Heft 31, S. 27 - 36.

30. FORSTER, G., G. SCHEUBA, E. G. WEBER: Die standardisierte "gehaltene Aufnahme" zur Diagnostik der Bandverletzungen an der unteren Extremität. Akt. Chir. 13 (1978), 239 - 252.

31. FRANCILLON, M. R.: Distorsio pedis with an isolated lesion of the ligamentum calcaneo-fibulare. Acta orthop. scand. 32 (1962), 469 - 475.

32. FREEMAN, M. A. R.: Treatment of ruptures of the lateral ligament of the ankle. J. Bone Jt Surg. B 47 (1965), 661 - 668.

33. FRICK, H.: Zur Frage der Subluxierbarkeit des Talus nach vorne. Akt. Traumat. 8 (1978), 175 - 176.

34. FRÖHLICH, H., L. GOTZEN: Eine einfache Vorrichtung für gehaltene Aufnahmen des oberen Sprunggelenks. Fortschr. Röntgenstr. 127 (1977), 467 - 470.

35. FRÖHLICH, H., L. GOTZEN, U. ADAM: Zur Wertigkeit der gehaltenen Aufnahmen des oberen Sprunggelenks. Unfallheilkunde 83 (1980), 457 - 461.

36. FRÖHLICH, H., L. GOTZEN, U. ADAM: Experimentelle Untersuchungen zur gehaltenen Aufnahme des oberen Sprunggelenks. Unfallheilkunde 87 (1984), 30 - 34.

37. FRÖHLICH, H., L. GOTZEN, U. ADAM: Experimentelle Untersuchungen zur Wertigkeit der in zwei Ebenen gehaltenen Aufnahmen des oberen Sprunggelenks. Unfallheilkunde 87 (1984), 256 - 261.

38. FROST, H. M.: Does the ligament injury require surgery? Clin. Orthop. 103 (1974), 49.

39. GLASGOW, M., A. JACKSON, A. M. JAMIESON: Instability of the ankle after injury to the lateral ligament. J. Bone Jt Surg. B 62 (1980), 196 - 200.
40. GRACE, D. L.: Lateral ankle ligament injuries. Interior and anterior stress radiography. Clin. Orthop. 183 (1984), 153 - 159.
41. GRÖNNMARK, T., O. JOHNSEN, O. KOGSTAD: Rupture of the lateral ligaments of the ankle: A controlled clinical trial. Injury 11 (1980), 215 - 218.
42. HACKENBRUCH, W., B. NOESBERGER, H. U. DEBRUNNER: Differential diagnosis of ruptures of the lateral ligaments of the ankle joint. Arch. orthop. Unfall-Chir. 93 (1979), 293 - 301.
43. HEIM, U., M. FAMOS: Two-stage ruptures of the lateral ligaments of the ankle. Diagnosis and treatment. In: CHAPCHAL, G. (Hrsg.): Injuries of the ligaments and their repair. Thieme, Stuttgart 1977, S. 190 ff.
44. HOLLMANN, J., K. LANGENBRUCH: Die Arthrographie als diagnostische Maßnahme bei Band- und Kapselverletzungen des oberen Sprunggelenks. Röntgen-Bl. 35 (1982), 222 - 228.
45. HOLZ, U.: Diagnostik und Therapie der frischen und veralteten Bandverletzung am oberen Sprunggelenk. Therapiewoche 28 (1978), 1518 - 1524.
46. HOLZACH, P., H. STRÄSSLE, K. PFEIFFER, A. GÄCHTER: Die ambulante Operation frischer Außenbandverletzungen am Sprunggelenk. Unfallheilkunde 87 (1984), 374 - 379.
47. HOOGENBAND, C. R. VAN DEN, F. I. VAN MOPPES, J. W. J. L. STAPERT, J. M. GREEP: Clinical diagnosis, arthrography, stress examination, and surgical findings after inversion trauma of the ankle. Arch. orthop. Unfall-Chir. 103 (1984), 115 - 119.

48. JACKSON, D. W., R. L. ASHLEY, J. W. POWELL: Ankle sprains in young athletes. Relation of severity and disability. Clin. Orthop. 101 (1974), 201 - 215.
49. JANI, L., R. BAUMGARTNER: Injury to the talofibular ligament in children. In: CHAPCHAL, G. (Hrsg.): Injuries of the ligaments and their repair. Thieme, Stuttgart 1977, S. 197 ff.
50. JEND, H. H., M. DAASE, M. HELLER, D. HOLZRICHTER: Zur Diagnostik von Bandverletzungen des oberen Sprunggelenks mit gedrückten Aufnahmen. Fortschr. Röntgenstr. 139 (1983), 540 - 543.
51. JOHANNSEN, A.: Radiological diagnosis of lateral ligament lesions of the ankle. A comparison between talar tilt and anterior drawer sign. Acta orthop. scand. 49 (1978), 295 - 301.
52. JOHNSON, E. E., K. L. MARKOLF: The contribution of the anterior talofibular ligament to ankle laxity. J. Bone Jt Surg. A 65 (1983), 81 - 88.
53. KIEVERNAGEL, G. W.: Differenzierte Diagnostik der fibularen Kapselbandläsion des oberen Sprunggelenks mit einem neuen Haltegerät. Akt. Traumat. 11 (1981), 161 - 164.
54. KLOTTER, H. J., H. A. MÜLLER, G. PISTOR, H. SCHILD, W. DÄHNERT: Zur Diagnostik und Therapie der fibularen Bandverletzung im oberen Sprunggelenk bei Kindern. Akt. Traumat. 13 (1983), 217 - 221.
55. KORKALA, O., L. LAUTTAMUS, P. TANSKANEN: Injuries of the lateral ligament of the ankle. Results after primary operative treatment. Ann. Chir. Gynaec. 71 (1982), 161 - 163.
56. KOSTIAINEN, S., K. YLÖNEN, Y. MERIKOSKI: Primary operative treatment of the ruptured lateral ligament of the ankle.

Ann. Chir. Gynaec. 70 (1981), 313 - 315.

57. KÜSTER, H. H., H. W. SPRINGORUM: Contribution to stress X-ray visualization of the fibular ligaments. Arch. orthop. Unfall-Chir. 101 (1983), 287 - 290.

58. LACEY, G. DE, S. BRADBROOKE: Rationalizing requests for X-ray examination of acute ankle injuries. Brit. med. J. 278 (1979), Bd. 1, 1597 - 1598.

59. LANGER, R., M. LANGER, W. T. GLÖCKLER, K. A. SCHUHMACHER, H. VON DEWITZ: Radiologische Diagnostik der fibulotalaren Bandläsion anhand von handgehaltenen und apparatgedrückten Aufnahmen. Röntgen-Bl. 33 (1980), 399 - 403.

60. LAURIN, C., J. MATHIEU: Sagittal mobility of the normal ankle. Clin. Orthop. 108 (1975), 99 - 104.

61. LINDSTRAND, A.: Clinical diagnosis of lateral ankle sprains. In: CHAPCHAL, G. (Hrsg.): Injuries of the ligaments and their repair. Thieme, Stuttgart 1977, S. 178 ff.

62. LINDSTRAND, A., W. MORTENSSON: Anterior instability in the ankle joint following acute lateral sprain. Acta radiol. Diagn. 18 (1977), 529 - 539.

63. LINDSTRAND, A., W. MORTENSSON, O. NORMAN: Talofibular compartment of the ankle joint after recent ankle sprain. Acta radiol. Diagn. 19 (1978), 847 - 852.

64. LIPPERT, H.: Das medizinische Manuskript. 2. Aufl. Urban & Schwarzenberg, München - Wien - Baltimore 1981.

65. LUDOLPH, E., G. HIERHOLZER, K. GRETENKORD, U. RYAN: Research into the anatomy and X-ray diagnostics of the fibular ligaments at the ankle joint. Arch. orthop. Unfall-Chir. 103 (1984), 348 - 352.

66. MEEDER, P.-J.: Verletzungen des Fußes einschließlich des oberen Sprunggelenks. Therapiewoche 32 (1982), 4453 - 4474.
67. MEEDER, P.-J., E. KELLER, S. WELLER: Die frische fibuläre Bandruptur. Diagnose - Therapie - Ergebnisse. Akt. Traumat. 11 (1981), 156 - 160.
68. MEEDER, P.-J., S. WELLER, H.-J. HABEKOST, K.-K. DITTEL: Diagnostik und Therapie frischer Verletzungen des Außenbandapparates am oberen Sprunggelenk. Dtsch. Ärztebl. 77 (1980), 1187 - 1192.
69. MIEHLE, D.: Hilfsgerät zur radiologischen Diagnostik verletzter Sprunggelenke. Beitr. Orthop. Traumat. 27 (1980), 242 - 246.
70. MOPPES, F. I. VAN, C. R. VAN DEN HOOGENBAND, J. M. A. VAN ENGELSHOVEN, A. BETTS-BROWN: Arthrography, talar tilt, and surgical findings after inversion trauma of the ankle. Fortschr. Röntgenstr. 134 (1981), 413 - 416.
71. NOESBERGER, B.: Ein Halteapparat zum differenzierten Nachweis der fibulären Bandläsion. Helv. chir. Acta 43 (1976), 195 - 203.
72. NOESBERGER, B., W. HACKENBRUCH, M. E. MÜLLER: Diagnosis of lateral ligament lesion in the ankle joint. In: CHAPCHAL, G. (Hrsg.): Injuries of the ligaments and their repair. Thieme, Stuttgart 1977, S. 182 f.
73. OLSON, R. W.: Ankle arthrography. Radiol. Clin. N. Amer. 19 (1981), 255 - 268.
74. PAAR, O., P. BERNETT: Die frische fibuläre Kapselbandruptur am oberen Sprunggelenk. Klassifikation, Therapie, Prognose. Unfallheilkunde 87 (1984), 27 - 29.
75. PRINS, J. G.: Diagnosis and treatment of injury to the

lateral ligament of the ankle. Acta chir. scand. Supplement 486 (1978), 1 - 149.

76. RASMUSSEN, O., C. KROMANN-ANDERSEN: Experimental ankle injuries. Analysis of the traumatology of the ankle ligaments. Acta orthop. scand. 54 (1983), 356 - 362.

77. RASMUSSEN, O., J. TOVBORG-JENSEN, J. HEDEBOE: An analysis of the function of the posterior talofibular ligament. Int. Orthop. 7 (1983), 41 - 48.

78. REICHEN, A., R. MARTI: Die frische fibulare Bandruptur - Diagnose, Therapie, Resultate. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 80 (1974), 211 - 222.

79. ROCKENSTEIN, R.: Die frischen lateralen Bandverletzungen am oberen Sprunggelenk. Hefte Unfall-Heilk. 131 (1978), 105 - 115.

80. ROGMANS, D.: Ergebnisse operativ versorgter Bandverletzungen des oberen Sprunggelenks. Akt. Traumat. 12 (1982), 16 - 18.

81. RUBIN, G., M. WITTEN: The talar-tilt angle and the fibular collateral ligaments. A method for the detection of talar tilt. J. Bone Jt Surg. A 42 (1960), 311 - 326.

82. RUTH, C. J.: The surgical treatment of injuries of the fibular collateral ligaments of the ankle. J. Bone Jt Surg. A 43 (1961), 229 - 239.

83. SACHS, L.: Angewandte Statistik. 4. Aufl. Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1974.

84. SAUER, H.-D., E. JUNGFER, K. H. JUNGBLUTH: Experimentelle Untersuchungen zur Reißfestigkeit des Bandapparates am menschlichen Sprunggelenk. Hefte Unfall-Heilk. 131 (1978), 37 - 42.

85. SAUSER, D., R. NELSON, M. LAVINE, C. WU: Acute injuries of the lateral ligaments of the ankle: Comparison of stress radiography and arthrography. Radiology 148 (1983), 653 - 657.
86. SCHARF, H.-P., H.-J. PESCH: Die Bedeutung degenerativer Vorschäden bei fibulotalaren Bandrupturen. Z. Orthop. 122 (1984), 529 - 530.
87. SCHMIDT, J. M., H. WISCHERATH, M. JÄGER: Anatomische Untersuchungen am fibularen Bandapparat des Sprunggelenks unter Berücksichtigung therapeutischer Gesichtspunkte. Z. Orthop. 122 (1984), 570.
88. SCHMÜLLING, F., H. WEISS: Operationsindikation bei Kapselbandverletzungen des oberen Sprunggelenks. Akt. Traumat. 11 (1981), 151 - 155.
89. SCHNEIDER, A., L. VON LAER: Die Diagnostik der fibularen Bandläsion am oberen Sprunggelenk im Wachstumsalter. Unfallheilkunde 84 (1981), 133 - 138.
90. SCHUPPAN, H., F. SCHMÜLLING: Ergebnisse der operativen Behandlung von 248 fibularen Bandrupturen des oberen Sprunggelenks. Akt. Traumat. 11 (1981), 165 - 168.
91. SCHWEIGEL, J. F., W. J. KNICKERBOCKER, P. COOPERBERG: A Study of ankle instability utilizing ankle arthrography. J. Trauma 17 (1977), 878 - 881.
92. SEILER, H., D. HOLZRICHTER: Zur standardisierten Diagnostik der "Ligamentären Außenknöchelfrakturen". Chir. Praxis 22 (1977), 667 - 674.
93. SEILER, H., D. HOLZRICHTER: Primäre Außenbandnaht am oberen Sprunggelenk bei Ruptur - Ergebnisse. Hefte Unfall-Heilk. 131 (1978), 116 - 124.

94. SEILER, H., L. SCHWEIBERER: Diagnostik und Therapie frischer und veralteter Bandverletzungen im Sprunggelenksbereich. Chirurg 48 (1977), 756 - 763.
95. SOBOROFF, S. H., E. M. PAPIUS, A. L. KOMAROFF: Benefits, risks, and costs of alternative approaches to the evaluation and treatment of severe ankle sprain. Clin. Orthop. 183 (1984), 160 - 168.
96. SPIER, W., H. HENKEMEYER: Pathophysiology of ligamentous injuries of the ankle joint. In: CHAPCHAL, G. (Hrsg.): Injuries of the ligaments and their repair. Thieme, Stuttgart 1977, S. 175 ff.
97. STAPLES, O. S.: Ruptures of the fibular collateral ligaments of the ankle. J. Bone Jt Surg. A 57 (1975), 101 - 107.
98. ST. PIERRE, R. K., J. ROSEN, T. E. WHITESIDES: The tensile strength of the anterior talofibular ligament. Foot Ankle 4 (1983), 83 - 85.
99. TIEDTKE, R., R. RAHMANZADEH: Vergleichende Untersuchungen zur Diagnostik und Therapie der frischen Außenbandverletzungen. Akt. Traumat. 11 (1981), 169 - 174.
100. VAHVANEN, V., M. WESTERLUND, R. NIKKU: Lateral ligament injury of the ankle in children. Follow-up results of primary surgical treatment. Acta orthop. scand. 55 (1984), 21 - 25.
101. VUUST, M.: Arthrographic diagnosis of ruptured calcaneofibular ligament. I. A new projection tested on experimental injury post mortem. Acta radiol. Diagn. 21 (1980), 123 - 128.
102. VUUST, M., B. NIEDERMANN: Arthrographic diagnosis of ruptured calcaneofibular ligament. II. Clinical evaluation of a new method. Acta radiol. Diagn. 21 (1980), 231 - 234.

103. WEBER, B. G.: Ligamentous injuries of the foot and their repair. In: CHAPCHAL, G. (Hrsg.): Injuries of the ligaments and their repair. Thieme, Stuttgart 1977, S. 186 ff.
104. WILDE, C. D., R. ZIEGELMÜLLER, H. WEISS: Operationsindikationen bei kindlichen Sprunggelenksverletzungen. Therapie-woche 28 (1978), 1528 - 1535.
105. WIRTH, C. J., M. ARTMANN: Chronische fibuläre Sprunggelenksinstabilität - Untersuchungen zur Röntgendiagnostik und Bandplastik. Arch. orthop. Unfall-Chir. 88 (1977), 313 - 320.
106. WIRTH, C. J., M. JÄGER: Röntgenologische Diagnostik der Kapselbandläsionen. Röntgenpraxis 34 (1981), 399 - 409.
107. WIRTH, C. J., M. KESSLER: Sinnvoller Einsatz der radiologischen Diagnostik bei Sportverletzungen und Sportschäden. Radiologe 23 (1983), 389 - 405.
108. ZIMMERMANN, H. G., G. GERICKE: Fibuläre Bandverletzungen. Problematik der Diagnose und Therapie. Unfallheilkunde 83 (1980), 462 - 466.
109. ZWIPP, H., H.-J. OESTERN, W. DRALLE: Zur radiologischen Diagnostik der antero-lateralen Rotationsinstabilität im oberen Sprunggelenk. Unfallheilkunde 85 (1982), 419 - 426.
110. ZWIPP, H., H. TSCHERNE, H.-J. OESTERN: Die frischen Bandverletzungen am oberen Sprunggelenk. Diagnostik, Therapie, Spätergebnisse. Unfallheilkunde 86 (1983), 275 - 284.

ANHANG

Abbildungen 1 bis 11

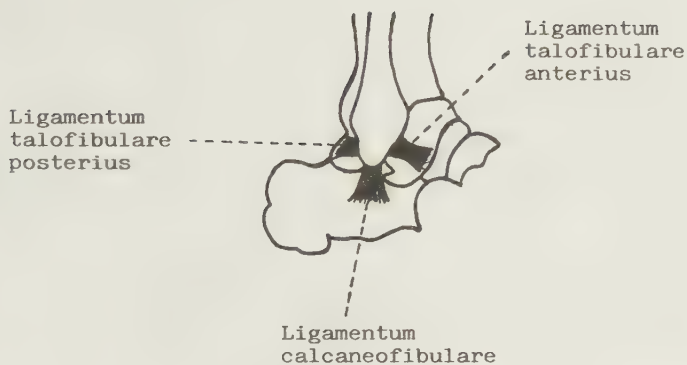


Abbildung 1: Anatomie des fibularen Bandapparates am oberen Sprunggelenk; nach (68)

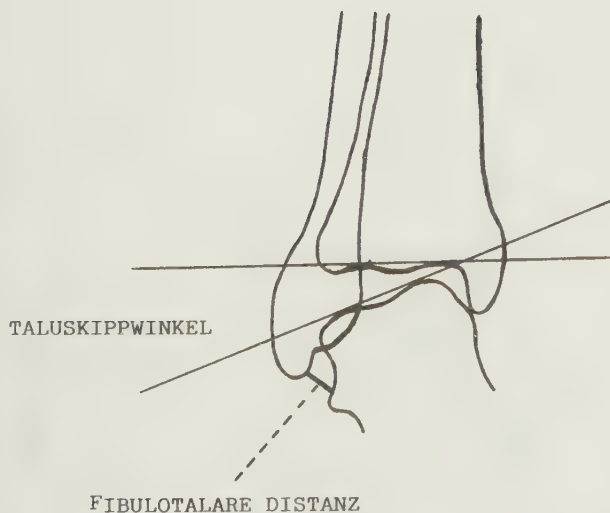


Abbildung 2: Meßtechnik für Taluskippwinkel und fibulotalare Distanz

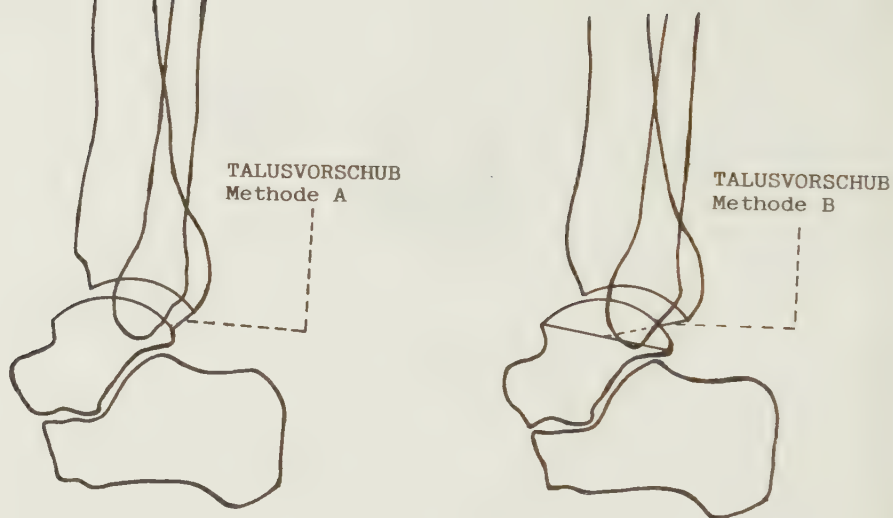


Abbildung 3: Meßtechniken für den Talusvorschub

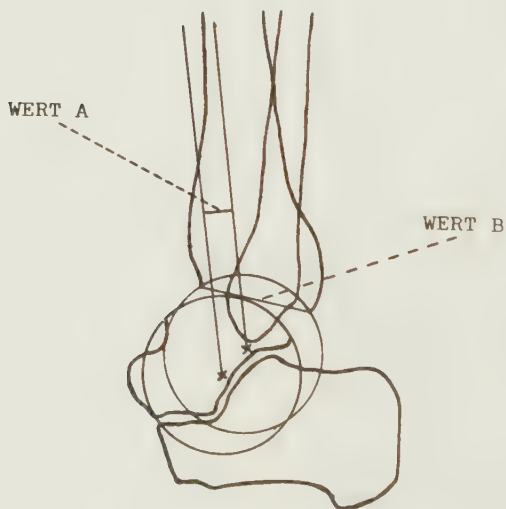


Abbildung 4: Meßtechnik für den Schubladenindex; nach (62)

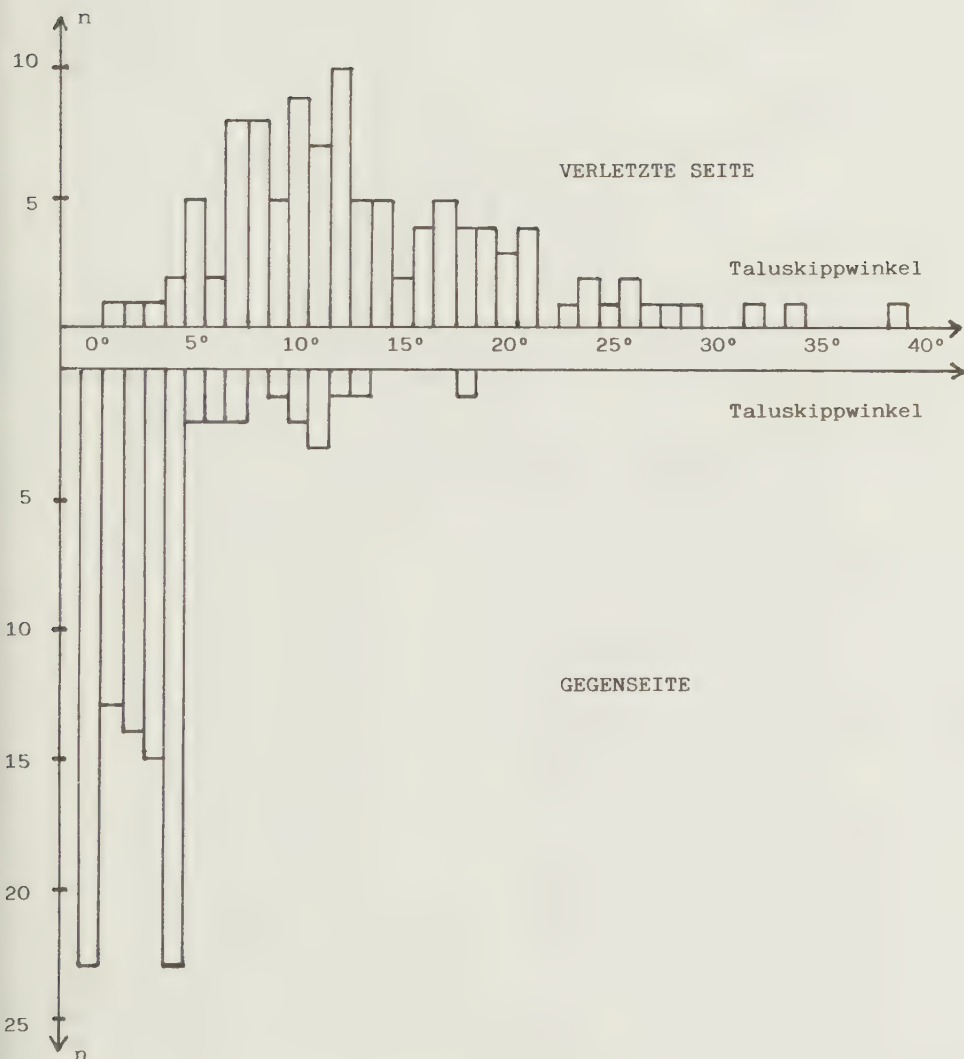


Abbildung 5: Meßergebnisse für den Taluskippwinkel auf der verletzten Seite ($n = 107$) und auf der Gegenseite ($n = 103$)

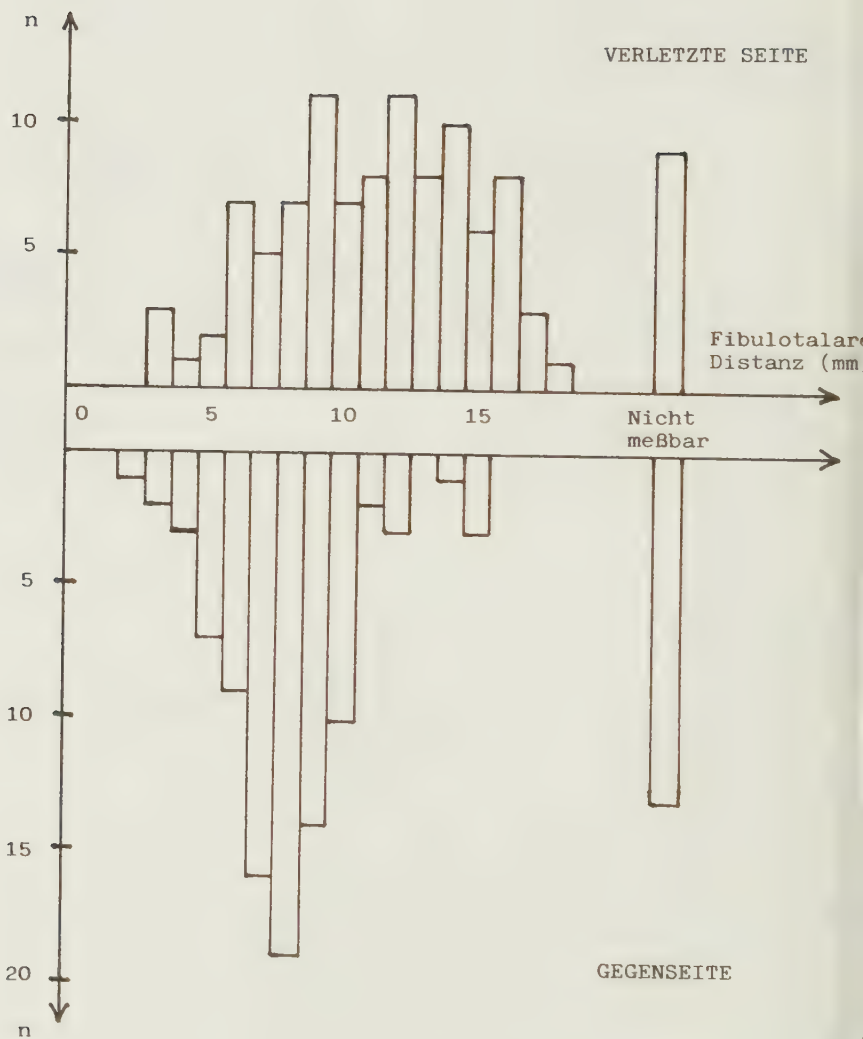
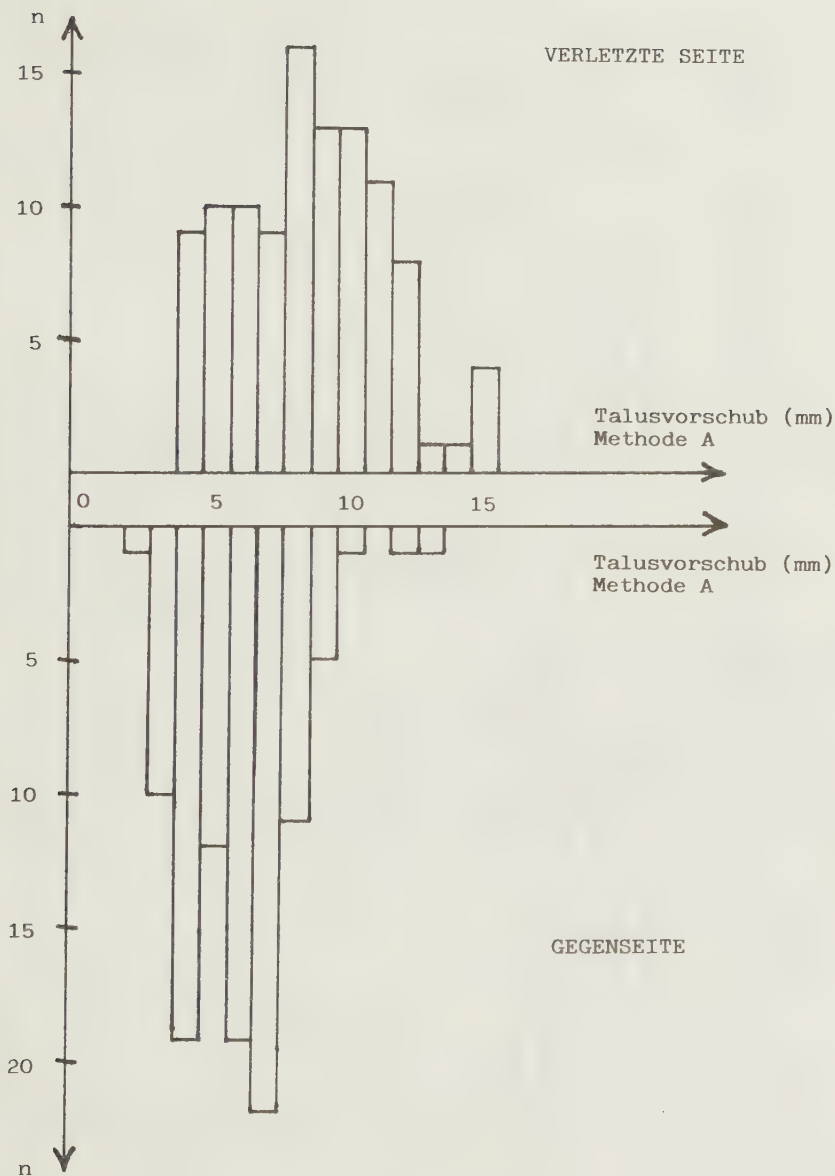


Abbildung 6: Meßergebnisse für die fibulotalare Distanz auf der verletzten Seite (n = 107) und auf der Gegenseite (n = 103)



Bildung 7a: Meßergebnisse für den Talusvorschub, Methode A (Messung zum nächstgelegenen Punkt des Talus), auf der verletzten Seite ($n = 105$) und auf der Gegenseite ($n = 102$)

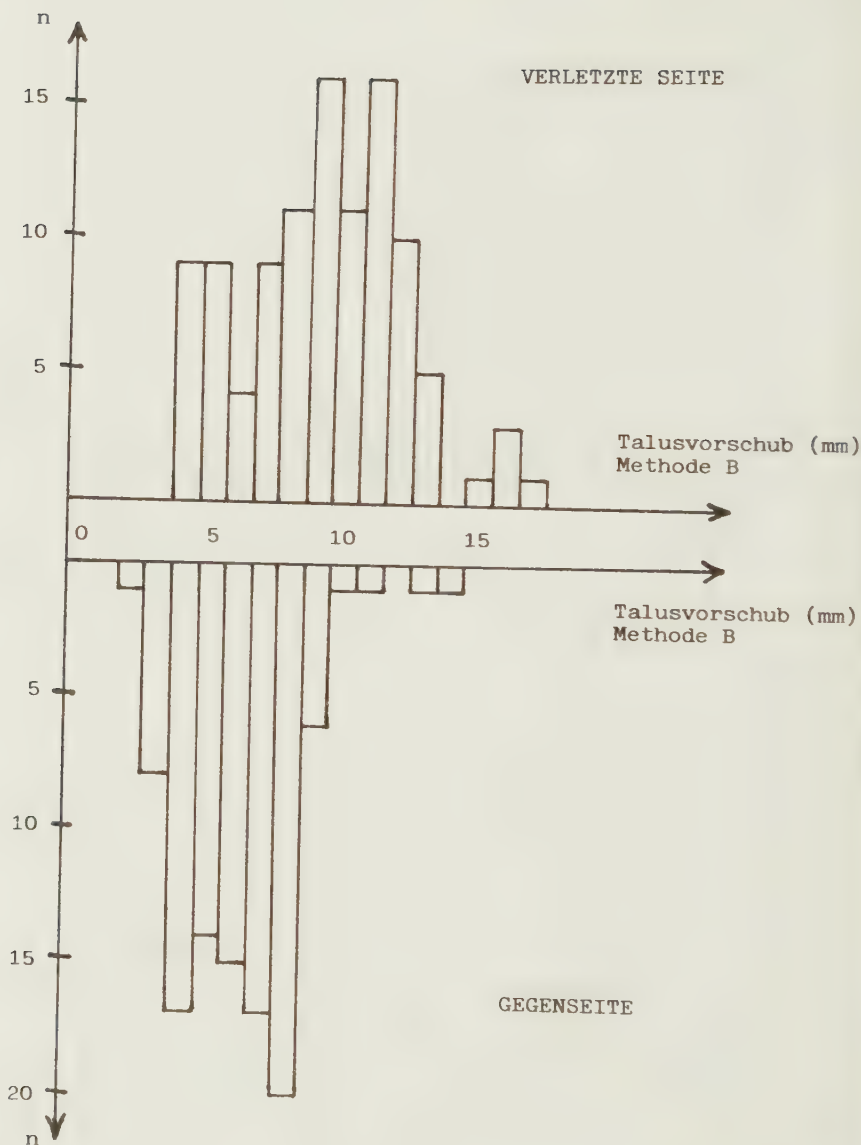


Abbildung 7b: Meßergebnisse für den Talusvorschub, Methode B (Messung in Richtung auf die Mitte der Talusrolle), auf der verletzten Seite ($n = 105$) und auf der Gegenseite ($n = 102$)

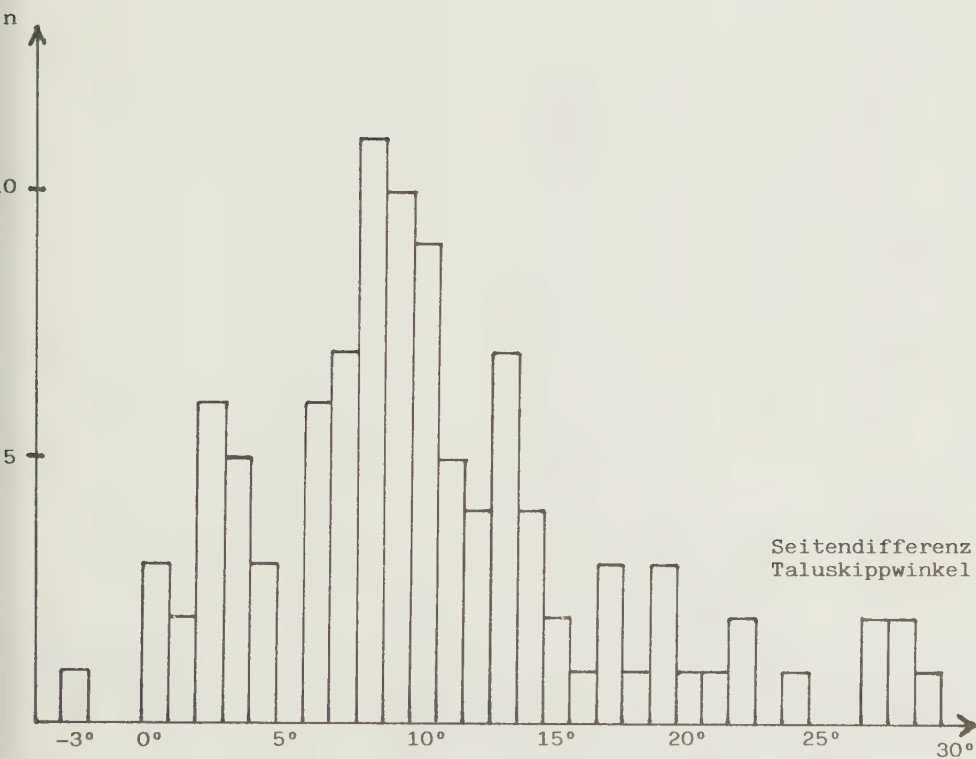


Abbildung 8: Seitenunterschiede für den Taluskippwinkel; $n = 103$

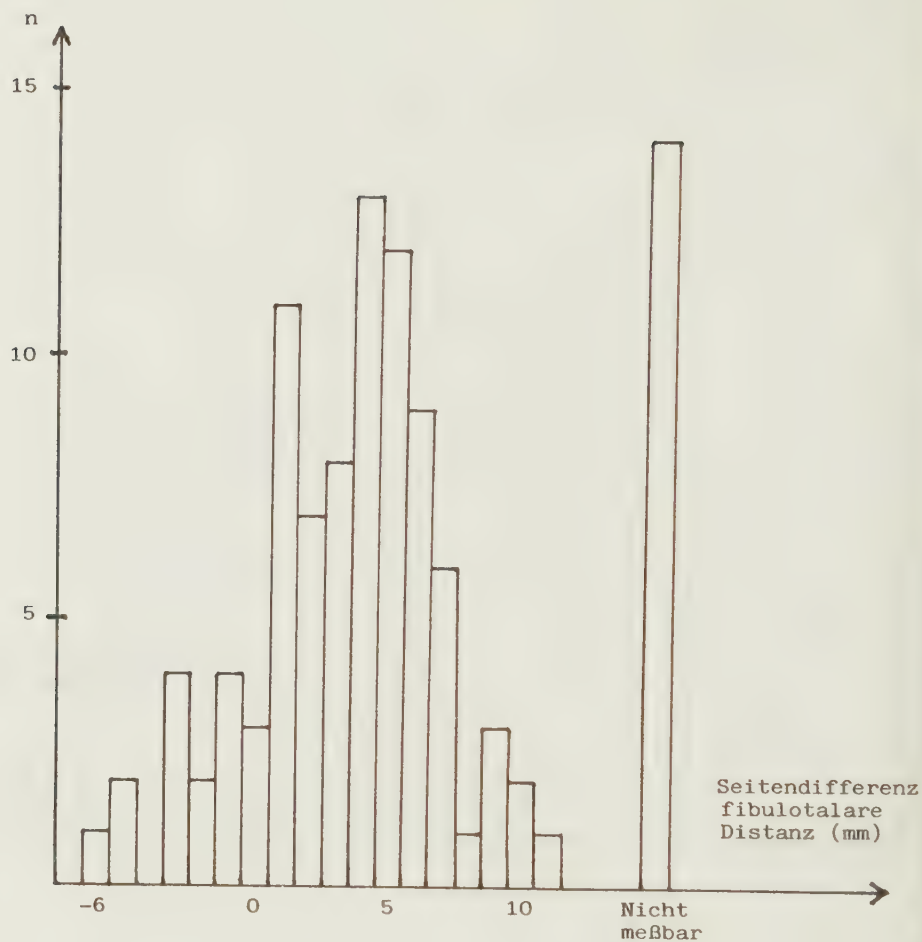


Abbildung 9: Seitenunterschiede für die fibulotalare Distanz; $n = 103$

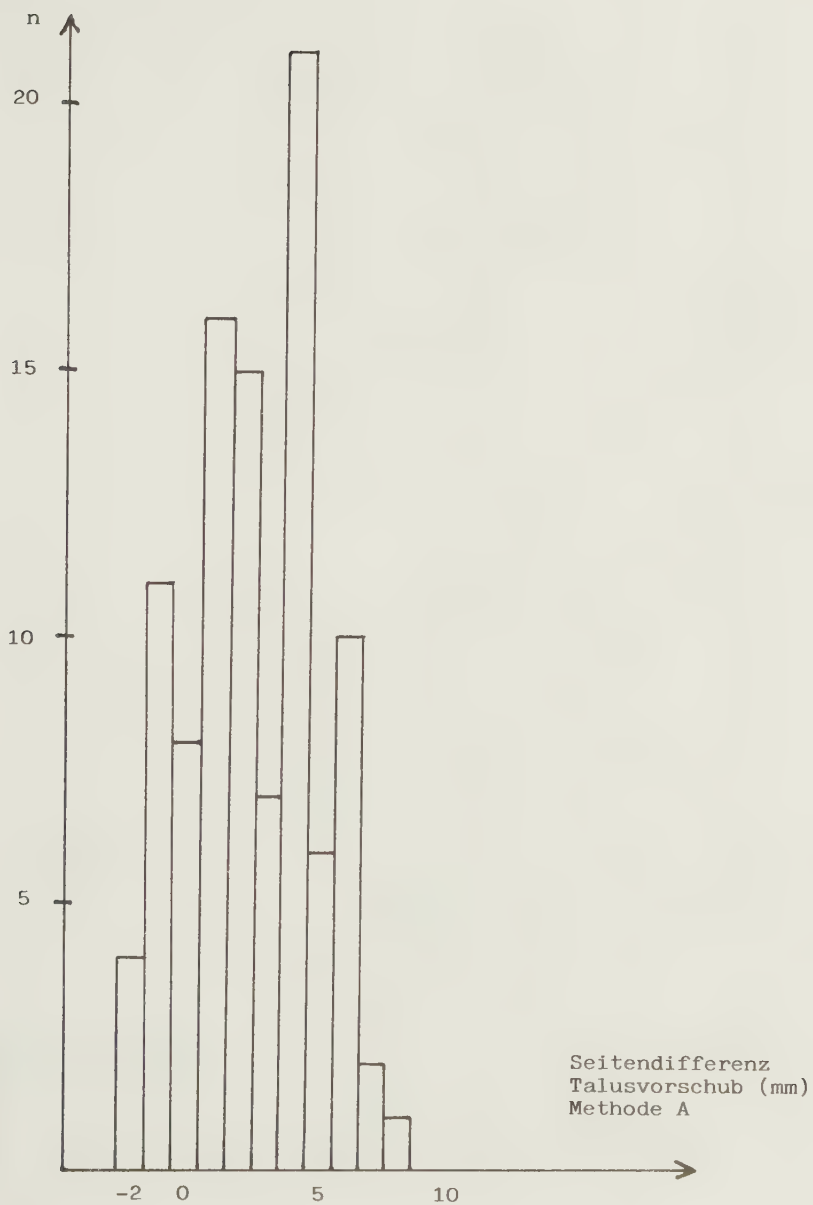


Abbildung 10a: Seitenunterschiede für den Talusvorschub, Methode A
(Messung zum nächstgelegenen Punkt des Talus); $n = 101$

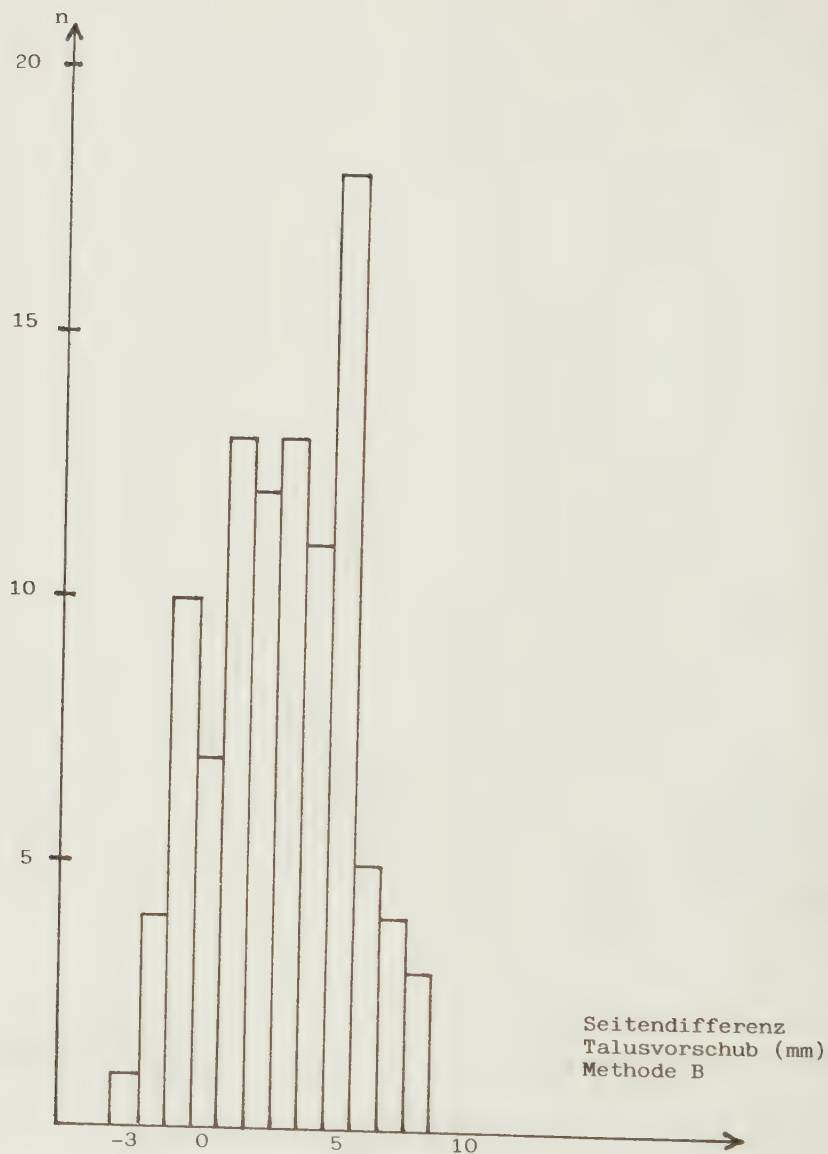


Abbildung 10b: Seitenunterschiede für den Talusvorschub, Methode B
(Messung in Richtung auf die Mitte der Talusrolle);
 $n = 101$

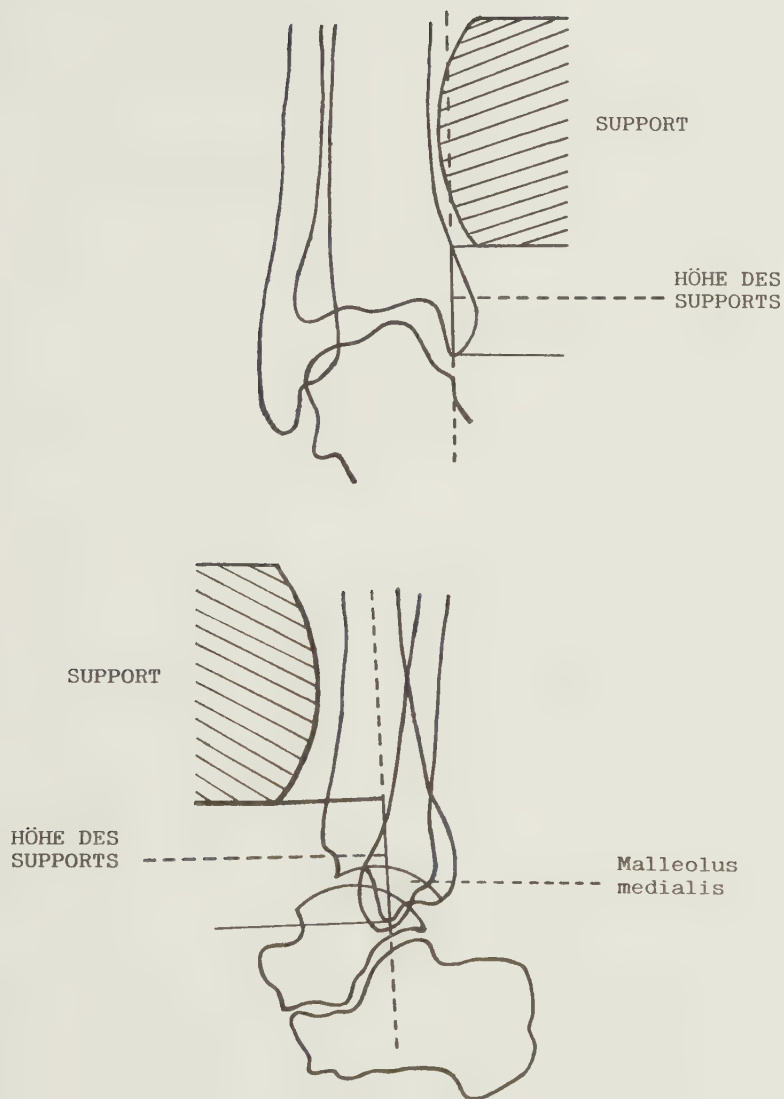


Abbildung 11: Meßtechnik für die Höhe des Supports

Lebenslauf Peter Peschke

1. Persönliche Daten:

Geboren	7. Januar 1955	in Gröbenzell
Eltern:	Edwin Peschke und Marianne Peschke, geb. Kandler	
Staatsangehörigkeit:	Deutsch	

2. Werdegang:

Schulbildung:	1961 bis 1965	Volksschule in Gröbenzell
	1965 bis 1974	Max-Planck-Gymnasium in München-Pasing
	Mai 1974	Reifeprüfung
Zivildienst:	Mai 1975 bis August 1976	
Studium:	Wintersemester 1976	Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians- Universität München; Stipendiat nach dem Bayerischen Begabten- förderungsgesetz
	November 1983	3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
	Januar 1984	Approbation als Arzt
	seit Januar 1984	Arbeit an der Dissertation

RECEIVED 1917

RECEIVED 1917
RECEIVED 1917
RECEIVED 1917

RECEIVED 1917
RECEIVED 1917

RECEIVED 1917
RECEIVED 1917
RECEIVED 1917

RECEIVED 1917
RECEIVED 1917

RECEIVED 1917
RECEIVED 1917

RECEIVED 1917
RECEIVED 1917

RECEIVED 1917
RECEIVED 1917
RECEIVED 1917

